

**Міністерство освіти і науки України**

**Центральноукраїнський національний технічний університет**

**Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва**

**ІСТОРИЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В  
БУДІВНИЦТВІ**

**методичні рекомендації з самостійного вивчення дисципліни  
для здобувачів освіти спеціальності 192 "Будівництво та  
цивільна інженерія" усіх форм навчання**

*Затверджено на засіданні кафедри  
Будівельних, дорожніх машин і  
будівництва  
25 листопада 2020 року, протокол № 7*

**Кропивницький 2021**

Історія інженерної діяльності в будівництві. Методичні рекомендації з самостійного вивчення дисципліни для здобувачів освіти спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" усіх форм навчання. // Укладачі – Пашинський М.В., Квятковська Н.І. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. - 50 с.

Укладачі – к.т.н., старший викладач Пашинський М.В.,  
асистент Квятковська Н.І.

Рецензент – В. В. Дарієнко, кандидат технічних наук, доцент  
(Центральноукраїнський національний технічний університет, м.  
Кропивницький)

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри будівельних,  
дорожніх машин і будівництва,  
професор Настоящий В.А.

© ЦНТУ, Кропивницький, пр. Університетський, 8  
© Пашинський М.В., Квятковська Н.І.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
<b>1. Інженерна діяльність – вид людської діяльності.....</b>	<b>5</b>
1.1.Поняття інженерної діяльності.....	5
1.2. Показники інженерної діяльності .....	7
1.3. Психологічні особливості науково-технічної творчості.....	8
1.4.Роль колективу і особи в науково-технічній творчості .....	9
1.5. Етика науково-технічної творчості .....	10
<b>2. Історичні аспекти розвитку науки евристики .....</b>	<b>11</b>
2.1. Методи активації технічної творчості .....	13
<b>3. Напрямки інженерної діяльності у Стародавньому Світі.....</b>	<b>13</b>
3.1. Освоєння металів .....	13
3.2. Розвиток ремесла.....	14
3.3.Будівельна техніка .....	16
3.4. Військова техніка .....	17
<b>4. Виникнення галузей науки, що вплинули на інженерну діяльність та використання приладів.....</b>	<b>19</b>
<b>5. Інженерна діяльність періоду розвитку ремісничого виробництва V – XV ст. ....</b>	<b>21</b>
5.1. Найбільші винаходи цього періоду.....	21
5.2. Розвиток промисловості.....	22
<b>6. Інженерна діяльність періоду мануфактурного виробництва XV – перша половина XVIII ст.....</b>	<b>23</b>
6.1. Характеристика цього періоду .....	23
6.2. Водяне колесо – основний рушій цього періоду .....	24
6.3. Розвиток гірничої справи .....	24
6.4. Розвиток металургії .....	25
6.5. Розвиток техніки: будівництво, текстильна галузь, верстатобудування, вогнепальна зброя, сільське господарство .....	25
6.6. Виникнення окремих технічних наук та створення наукових приладів.....	27
<b>7. Інженерна діяльність в період перемоги і становлення капіталізму – кінець XVIII ст. – 70-ті роки XIX ст .....</b>	<b>29</b>
7.1. Тепловий двигун .....	29

7.2.Верстатобудування .....	30
7.3. Металургія, гірнича справа .....	31
7.4. Розвиток сільськогосподарської техніки .....	33
7.5.Розвиток техніки та транспорту .....	34
7.6. Зміни в техніці зв'язку .....	36
7.7. Військова техніка, використання електрики .....	36
7.8. Досягнення в науці.....	37
<b>8. Інженерна діяльність періоду монополістичного капіталізму – 70-ті роки XIX ст. – 1917 р.....</b>	<b>37</b>
8.1. Розвиток транспорту.....	37
8.2. Будівництво .....	38
8.3. Металургія, гірнича справа, хімічна промисловість .....	38
8.4. Машинобудування та сільськогосподарська техніка.....	39
8.5. Енергетика: електроенергія, теплоенергетика, ДВЗ.....	40
8.7. Авіація, військова техніка .....	42
8.8. Приладобудування, досягнення в науці .....	42
<b>9. Інженерна діяльність XX ст. ....</b>	<b>43</b>
9.1. Досягнення в енергетиці, нові конструкції двигунів .....	43
9.2. Гірнича справа, металургія, електрозварювання.....	44
9.3. Машинобудування та сільськогосподарська техніка.....	44
9.4. Літакобудування, авіація.....	45
9.5. Створення ракет, штучних супутників Землі.....	45
9.6. Розвиток ядерної техніки .....	46
9.7. Обчислювальна техніка, робототехніка, кібернетика, біоніка.....	46
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>49</b>

## ВСТУП

Прогрес науки та техніки привів до розквіту інженерної професії, у руки інженерів потрапили небачені, творчі сили. І в той же час поклав на них немалу відповідальність за долю людської цивілізації. Відкриття нових форм перетворення, концентрації та використання енергії, підвищених та понижених температур, тиску, швидкостей, виробництва матеріалів з завчасно створеними властивостями – всі ці та ще багато інших досягнень наукової думки служать фундаментом для удосконалення засобів праці, організації нових видів виробництва. Але створити на цьому фундаменті величну споруду нових технологій – задача інженерних робітників. Раніш до того, як набуло сучасне значення і розмах, інженерне діло пройшло непростий, історично тривалий шлях становлення. Ціною зусиль багатьох поколінь людство по крихтам добувало знання, накопичувало технічні уміння, готуючи ґрунт для паростків інженерної думки. Усвідомивши минуле інженерії, співвідношення його з сучасним станом інженерної професії, ми зможемо краще зрозуміти закономірності розвитку, розібратись у суті змін, які відбулися в її структурі і змісті в наші дні, передбачити її майбутнє. Даний курс «Інженерної діяльності» покликаний сприяти формуванню у здобувачів вищої освіти технічних спеціальностей загальної картини розвитку інженерної справи як цілісного (внутрішньо єдиного) процесу, який відбувається закономірно і проходить в органічному взаємозв'язку і взаємодії з історією суспільства.

### 1. Інженерна діяльність – вид людської діяльності

#### 1.1. Поняття інженерної діяльності

*Інженерна діяльність* – це специфічний вид людської діяльності, спрямований на роз'язок різного роду технічних задач, на основі використання фундаментальних наук і науково-технічного прогресу.

*Інженер* – це не вузький технічний спеціаліст, його рішення і діяльність справляють великий вплив на соціальне і природне середовище, на саму людину. Власне через усвідомлення історії своєї професії майбутній інженер може залучитися до найвищих досягнень людської культури в цій галузі, зрозуміти своє місце в сучасному світі. *Інженер* – це творець нової техніки. Первісно інженерами називали людей, які керували військовими машинами. Поняття громадський інженер з'явилося у XVI столітті в Голландії стосовно будівництва мостів та шляхів, потім інженери з'явилися в Англії, а після цього в інших країнах. Історія інженерної діяльності тісно пов'язана з історією цивілізації і закономірностями розвитку техніки.

**Перший (праінженерний) етап** був етапом становлення інженерної діяльності в епоху рабовласництва, пов'язаним головним чином з будівництвом і архітектурою.

**Другий (передінженерний) етап** інженерної діяльності почався в епоху Відродження і розвивався в умовах феодалізму та зародження машинного виробництва. Основною сферою інженерної діяльності залишається будівництво, а також створення військових машин та фортифікаційних споруд. Найвидатнішим інженером того часу був Леонардо да Вінчі, художник, архітектор, механік, експериментатор і винахідник, геніальність якого була підкріплена широкими технічними знаннями. До цього часу інженер та архітектор практично не відрізнялись — це той, хто керує створенням складних штучних споруд. Різниця між військовими та громадянськими інженерами стала проводитися пізніше. Уперше став себе називати громадянським інженером відомий англійський інженер Джон Смітон (1724-1792).

**Третій етап** становлення інженерної діяльності мав місце в епоху промислового перевороту і розповсюдження робочих машин на базі парового двигуна.

**Четвертий етап** представляв розвиток інженерної діяльності на основі системи машин і технічних наук в умовах монополістичного капіталізму (імперіалізму). У XIX ст. з розвитком науки і машинного виробництва з'явилися соціальні інститути технічних наук і науково обґрунтована технічна діяльність, яка з цього часу вважається інженерною. Ця подія стала ключовою для формування поняття "інженер" у сучасному значенні. З виникненням інженерів за професією, як людей з науково-методичною підготовкою і технічними навичками, реалізується ідея єдності науки та практичних мистецтв, яка раніше розглядалась лише як ідеал.

**П'ятий етап** – формування сучасного інженера в епоху науково – технічної революції. У XX ст. інженерія поділилась на багато галузей та підгалузей: фізична (електротехнічна, механічна, радіо та ін.), хімічна, біохімічна інженерія, інформаційна та обчислювальна техніка являє собою лише деякі її розділи. Але для них усіх характерно одне – це не той, хто робить штучний об'єкт, а той, хто керує процесами його створення, планує та проектує складну технічну систему.

Слово "**техніка**" походить від грецького "техне" та латинського "ARS", які перекладаються як "мистецтво, майстерність, умілість". Спорідненим до слова "техніка" вважається слово "інженер" (фр. "ingenieur" від лат. ingenium – розум, винахідливість, природжені здібності). Воно виникло від латинського кореня що означає "творити", "створювати", "упроваджувати". До нього близькі за значенням українські слова "винахідливий", "майстерний", "мистецький", "хитромудрий". Слово "ingenious" уперше використовувалося в значенні деяких військових машин у II ст. Людина, яка могла створювати такі хитромудрі прилади стала зватися "ingeniator" (винахідник). Також слово "механік" у першому своєму значенні відповідало вправнику, винахіднику, творцю машин. Слово "*машина*" (на Русі спочатку "махіна") було запозичене

з давньогрецької театральної практики і означало підйомну машину, що використовувалась у театрі. У сучасному змісті під технікою розуміють сукупність штучно створених засобів діяльності людей. Техніка створюється та використовується з метою одержання, передачі та перетворення енергії, впливу на предмети праці при створенні матеріальних благ, збору, зберігання, переробки та передачі інформації, дослідження законів та явищ, природи та суспільства, пересування, керування суспільством, обслуговування побуту, забезпечення обороноздатності та ведення воєн.

Під технікою розуміють набір різних технічних засобів: інструментів, машин, апаратів, приладів та ін., які використовуються у виробництві та повсякденному житті. Техніка розглядається як специфічна людська діяльність, за допомогою якої людина виходить за край обмежень, які накладаються його власною природою. Іншими словами, техніка – не тільки продукт, але й процес його виготовлення.

**Техніка** – це також система технічних знань, які включають до себе не тільки наукові, а й різні конструктивні, технологічні та інші подібні знання та евристичні прийоми, відпрацьовані у ході технічної практики.

## **1.2. Показники інженерної діяльності**

До основних показників інженерної діяльності відносяться: відкриття, винаходи, раціоналізаторські пропозиції і конструкторські розробки.

**Відкриття** – це встановлення невідомих раніше об'єктивно існуючих закономірностей, властивостей і явищ матеріального світу, які вносять корінні зміни в рівні пізнання.

**Винахід** – нове, що має вагомі відмінності, технічне вирішення задачі в будь-якій області народного господарства, соціально-культурних сферах, що дає позитивний ефект.

**Раціоналізаторська пропозиція** – це технічне рішення, яке є новим і корисним для підприємства і передбачає зміну технології виробництва або конструкції виробу, техніки, що використовується, або складу матеріалу. На основі наукових знань і технічних досягнень у винахідницькій діяльності створюються нові принципи дії, способи реалізації цих принципів, конструкції інженерних об'єктів або їх окремих компонентів. Результатом цієї діяльності являються винаходи, які закріплюються в вигляді патентів, авторських свідоцтв і т.д. Вони відзначаються новизною, доцільністю, корисністю, здійсненністю і мають, як правило, широке середовище застосування, яке виходить за межі одиничного акту інженерної діяльності і використовуються як початковий матеріал при конструюванні і виготовленні багатьох інженерних об'єктів.

**Патенти** на винахід юридично закріплюють права користування новими розробками в сфері промисловості. Закони про патенти з'явилися спочатку в Англії (1623р.), а потім у Франції(1791р.).Видача патенту узаконювала винахід

як форму власності, коли нові технічні дії стають товаром і приносять немалий прибуток. Закон надавав винахіднику користування тимчасовими привілеями на п'ять, десять або п'ятнадцять років і давав йому право засновувати власні заклади, переслідувати осіб, які займались підробкою. Після закінчення терміну патенту способи виробництва публікувались і винахід переходив в загальне володіння. Тому закон вимагав повного і вірного опису винаходу під загрозою позбавлення прав і привілей. З цього періоду розвиток патентного захисту іде поруч із зростанням промисловості, а кількість зроблених винаходів свідчить про інтенсивність технічного прогресу.

**Винахідництво** для багатьох інженерів-практиків було основною і навіть єдиною виконуваною ними інженерною діяльністю. Надалі, з розвитком технічних наук, винахід став ґрунтуватися на ретельних наукових і інженерних дослідженнях. Особливо чітко необхідність наукових досліджень, які супроводять будь-які серйозні винаходи, видно тепер, коли вони часто є результатом роботи цілого колективу інженерів-дослідників або навіть дослідної лабораторії.

### **1.3. Психологічні особливості науково-технічної творчості**

Відома досить велика кількість методів інженерної творчості, які умовно можна розділити на дві групи:

а) **евристичні методи** технічної творчості, які базуються на використанні досить чітко описаних методик і правил пошуку нових технічних рішень, що почали розроблятися ще в стародавні часи (Сократ, Архімед) і налічують сьогодні більше 100 евристичних методів, методик, підходів і їх модифікацій;

б) **комп'ютерні методи пошукового конструювання**, що базуються на використанні ЕОМ в розв'язанні творчих інженерних задач. На відміну від чітко визначених інженерних задач (наприклад, обчислення об'єму тіла складної форми, розрахунок вала на міцність визначення параметрів редуктора, вибір технологічного обладнання та т. і.) розв'язання творчої інженерної задачі потребує перш за все постановки задачі, а потім уже застосування певних методів її рішення.

**Постановка задачі** - нелегка справа. Тому потрібно завжди пам'ятати, що правильна постановка творчої інженерної задачі – це половина її рішення. Вона часто пов'язана з відокремленням багатьох безперспективних напрямів пошуку. Нерідкі випадки коли рішення задач знаходять в процесі її постановки. Тому не слід економити час на аналіз і постановку задачі.

***В процесі постановки задачі послідовно виконують такі операції:***

- 1) опис проблемної ситуації, де проводять саме попереднє коротке формулювання задачі;
- 2) опис функції (призначення) ТО, який містить чітку і коротку характеристику технічного засобу, за допомогою якого можна задовольнити виниклу потребу;

- 3) вибір прототипу і складання списку основних вимог до нього, коли вказується початковий прототип, який потребує удосконалення, та ще 1-2 додаткових прототипи;
- 4) складання списку недоліків прототипу, який необхідно упорядкувати за ступінню важливості їх видалення і виділити найважливіші недоліки, видалення яких вважається головною метою розв'язання задачі;
- 5) попереднє формулювання задачі; 6) аналіз функцій прототипу і побудови поліпшеної конструктивної функціональної структури;
- 7) аналіз функцій вище розміщеної за ієрархією системи;
- 8) виявлення причин виникнення недоліків;
- 9) виявлення і аналіз протиріч розвитку;
- 10) уточнення списку прототипів і формування ідеального технічного рішення;
- 11) поліпшення інших показників ТО;
- 12) уточнена постановка задачі.

#### **1.4. Роль колективу і особи в науково-технічній творчості**

Рушійною силою розвитку особистості є *система потреб*. Ця система і формується і реалізується в діяльності, перш за все трудовій. Труд – сфера життя людини, де вона або безпосередньо задовольняє частину своїх потреб (в самому труді, в самореалізації, творчості і т.п.), або створює засоби для удосконалення інших потреб. В практичних цілях важливо знати, якими мотивами керується інженер в своїй професійній діяльності, які цінності для нього значущі, і як на них можна впливати, щоб направити його активність в русло інженерної творчості. Найбільш розповсюдженими являються такі три типи професійної мотивації інженерів.

**I. Домінантний тип професійної мотивації.** У даному типі мотивації головними виступають показники, які демонструють стійку цікавість інженера до технічних наук, захоплення технікою і конструюванням, прагненням до науково-дослідної роботи. Звідси – активність спеціалістів, спрямована “на справу”, а не на систему взаємовідносин. Поведінкова структура домінантного типу досить стабільна, відзначається високим рівнем претензій і, одночасно, відповідальним відношенням до дорученої справи.

**II. Ситуативний тип професійної мотивації.** Це характерний пріоритетний вплив життєвих обставин, які не завжди узгоджуються з мотивами і ціннісними орієнтаціями особи. Вибір професії інженера у спеціалістів, які відносяться до даного типу, був в свій час пов'язаний з так званою зовнішньою мотивацією. Це випадкові обставини життя, матеріальні міркування, вплив місця проживання і т.п. У результаті, як правило, – незадоволення такого інженера професією, становищем в трудовому колективі.

**III. Конформістський тип професійної мотивації.** У інженера, який відноситься до цього типу, ясно виражене неузгодження між ціннісними орієнтаціями і реальною поведінкою, для нього характерний значний вплив на вибір професії найближчого соціального оточення. Творча активність особи

конформістського типу не піддається прогнозуванню. Такий тип мотивації найчастіше проявляється у емоційних людей, соціально психологічні установки яких рухомі, мають тенденцію до змін. Дуже показові дані приводить в своїй книзі “Мати або бути?” *Еріх Фромм*. Найбільш важливими цінностями виробничої діяльності для творчих інженерів є (в порядку значущості):

- досягнення високого рівня професійної майстерності (ведуча цінність для 66% опитаних);
- матеріальна забезпеченість, яка досягається за рахунок успіхів в праці (важлива для 54,5%);
- можливість усувати конструктивні і технологічні недоліки на доручених ділянках роботи (відмітили 52,3%)
- повага, визнання в колективі (51,1%);
- робота, яка потребує нових оригінальних інженерних рішень (важлива для 45,5%);
- можливість передавати свій інженерно-творчий досвід, навчати молодь (складає цінність для 38,4%).

Найбільш важливими для себе факторами винахідники вважають ті, які пов’язані з можливістю реалізувати і розвинути інженерний хист, також з матеріальним забезпеченням і авторитетним становищем в колективі. У числі найменш цінних – робота, яка потребує в основному стандартних рішень і прийомів. Низький рівень задоволеності відмічається з питань заробітку, оволодіння технологією технічної творчості, перспектив службового просування. Ділові якості розвиваються до максимуму на протязі перших 6-10 років, а потім починають спадати.

### **1.5. Етика науково-технічної творчості**

Кожний вид професійної діяльності висуває людині свої вимоги. Інженер-конструктор повинен:

I. **Знати** стан і перспективи розвитку техніки і технології в своїй галузі в суміжних галузях.

II. **Володіти** сучасними методами оцінки праці, навичками інженера, сучасними методами проектування.

III. **Мати** ясну уяву про предмет наукової методології, задачі даної галузі, методи прогнозування і розвитку техніки.

IV. **Бути** знайомим з основами організації виробництва, праці і управління, з економікою галузі.

V. **Вміти** розбиратися в питаннях охорони праці і техніки безпеки, управляти оргтехнікою і вимірною технікою.

Творчий потенціал характеризує інженерну обдарованість з точки зору її динаміки, перспектив її розвитку. Інженеру необхідно завжди бути настроєним на “випереджаючу хвилю”, підтримувати в собі стан творчого напруження, інакше він ризикує швидко відстати від потреб професії. Фокусуючи в собі тенденції розвитку науки і техніки, суспільного виробництва і технологій, інженер мимохідь удосконалює свої професійні обдарування.

Інженерне мислення, як і творчий потенціал, не зводиться до якого-небудь одного рівня метасистеми ділових якостей спеціаліста. Це вид пізнавальної діяльності, спрямований на вивчення і засвоєння закономірностей техніки і технології. Головним в інженерному мисленні – рішення конкретних висунутих виробництвом задач, причому рішення, яке дає найбільш економічний, ефективний, якісний і, додам, витончений результат.

Основні етапи інженерного мислення – осягання соціальних потреб в нових технічних засобах і технології виробництва; засвоєння культурних цінностей, інженерного досвіду, природонаукових і технічних знань; формування інженерної задачі і її рішення; проектування, забезпечення функціонування технічних засобів.

До джерел нераціонального використання творчих можливостей інженера відносяться:

- по-перше, це використання інженерних кадрів не за призначенням;
- друга істотна причина – низький рівень організації більшості видів інженерної праці.
- третя причина міститься в недостатній оснащеності робочих місць, поганому забезпеченні оргтехнікою.

Сукупний вплив всіх цих негативних моментів створює досить несприятливі умови для творчої самореалізації інженерів, що і відбивається в їх самосвідомості у вигляді відчуття незадоволення можливостями для професійної творчості.

## **2. Історичні аспекти розвитку науки евристики**

Історія розвитку і використання описаних методик і правил пошуку нових технічних рішень, що почали розроблятися ще в стародавні часи (Сократ, Архімед) і налічують сьогодні більше 100 евристичних методів, методик, підходів і їх модифікацій;

**Комп’ютерні методи пошукового конструювання**, що базуються на використанні ЕОМ в розв’язанні творчих інженерних задач. На відміну від чітко визначених інженерних задач (наприклад, обчислення об’єму тіла складної форми, розрахунок вала на міцність визначення параметрів редуктора, вибір технологічного обладнання та т. і.) розв’язання творчої інженерної задачі потребує перш за все постановки задачі, а потім уже застосування певних методів її рішення.

**Постановка задачі** – нелегка справа. Тому потрібно завжди пам'ятати, що правильна постановка творчої інженерної задачі – це половина її рішення. Вона часто пов'язана з відокремленням багатьох безперспективних напрямів пошуку. Нерідкі випадки коли рішення задач знаходять в процесі її постановки. Тому не слід економити час на аналіз і постановку задачі.

**В процесі постановки задачі послідовно виконують такі операції:**

- опис проблемної ситуації, де проводять саме попереднє коротке формулювання задачі;
- опис функції (призначення) ТО, який містить чітку і коротку характеристику технічного засобу, за допомогою якого можна задовольнити виниклу потребу;
- вибір прототипу і складання списку основних вимог до нього, коли вказується початковий прототип, який потребує удосконалення, та ще 1-2 додаткових прототипи;
- складання списку недоліків прототипу, який необхідно упорядкувати за ступінню важливості їх видалення і виділити найважливіші недоліки, видалення яких вважається головною метою розв'язання задачі;
- попереднє формулювання задачі;
- аналіз функцій прототипу і побудови поліпшеної конструктивної функціональної структури;
- аналіз функцій вище розміщеної за ієрархією системи;
- виявлення причин виникнення недоліків;
- виявлення і аналіз протиріч розвитку;
- уточнення списку прототипів і формування ідеального технічного рішення;
- поліпшення інших показників ТО;
- уточнена постановка задачі.

Способи або правила рішень творчих інженерних задач (ТІЗ) називають **евристичними прийомами (ЕП)**, в яких міститься короткий припис або розпорядження, як перетворити існуючий прототип, або в якому напрямі треба вести пошуки, щоб одержати пошукові рішення.

Метод евристичних прийомів базується на міжгалузевому фонді ЕП. Цей фонд має універсальний характер, тобто орієнтований на самі різні галузі техніки, і містить описування 180 окремих ЕП, які поділені на такі 12 груп:

- перетворення форми; перетворення структури;
- перетворення в просторі; перетворення в часі;
- перетворення руху і сили;
- перетворення матеріалу і речовини;
- прийоми диференціації;
- кількісні зміни;
- використання профілактичних засобів;

- використання резервів;
- перетворення за аналогією;
- підвищення технологічності.

**Метод морфологічного аналізу і синтезу** був розроблений в 30-ті роки ХХ ст. швейцарським астрономом Ф. Цвіккі для конструювання астрономічних приладів. Морфологічний метод базується на комбінаториці. Суть його полягає в тому, що у виробі або об'єкті, яким цікавляться, виділяють групу основних конструктивних або інших ознак. Для кожної ознаки вибирають альтернативні варіанти, тобто можливі варіанти його виконання або реалізації. Комбінуючи їх між собою, можна одержати багато різних рішень, в тому числі і таких, які представляють практичний інтерес. При застосуванні цього методу складаються морфологічні таблиці, заповнені можливими альтернативними варіантами і із всієї множини одержуваних комбінацій вибираються найбільш підходящі і найкращі рішення.

### **2.1. Методи активації технічної творчості**

Методи мозкового штурму, або мозкової атаки (МА), засновуються на такому психологічному ефекті. Якщо взяти групу з 5-8 чоловік і кожному запропонувати незалежно і індивідуально виказувати ідеї і пропозиції з рішення поставленої винахідницької і раціоналізаторської задачі, то в результаті можна одержати  $N$  ідей. Якщо запропонувати цій групі колективно вказати ідеї з цієї ж задачі, то буде одержано  $N_k$  ідей, що значно більше  $N$ . Звичайно за 15-30 хвилин колективно пропонується (при виконанні правил МА) від 50 до 150 різних ідей, а при індивідуальній роботі – тільки 10-20 ідей. Мозкову атаку доцільно використовувати:

- при розв'язанні винахідницьких та раціоналізаторських задач в різних галузях техніки;
- при самих різних постановках задачі (за формою, діяльністю та глибиною опрацювання);
- на різних етапах розв'язання творчої задачі і на різних стадіях розробки і проектування виробів;
- в поєднанні з іншими евристичними методами.

Дивовижна універсальність методів МА дозволяє за їх допомогою розглядати майже будь-яку проблему або будь-які труднощі в сфері людської діяльності. Це можуть бути також задачі із галузі організації виробництва, сфери обслуговування, бізнесу, економіки, соціології, карного розшуку, військових операцій і т.д., якщо вони достатньо просто і ясно сформульовані.

## **3. Напрямки інженерної діяльності у Стародавньому Світі**

### **3.1. Освоєння металів**

Археологічні матеріали свідчать, що для виготовлення знарядь і зброї людина перш за все стала вживати мідь, хоч золото вона знала ще раніше. Перші мідні знаряддя (кирка, кинджал, невелика сокира) відносяться до

неоліту (4-3 тис. років до н.е.). Самородну мідь обробляли куванням. Відкриття ефекту зміцнення поверхні мідних знарядь методом холодного кування підвищило їх твердість.

Після винаходу металевих щипців було освоєно гаряче кування. Займаючись обробкою самородної міді, людина відкрила плавлення металу. До цього часу була відома гончарна піч, температура полум'я в якій значно вище, ніж у вогнищі. Використовуючи таку піч, люди змогли почати систематичну виплавку міді. Уперше виплавка міді з руд була освоєна в 4 тис. до н.е. в ряді країн Середньої Азії, в Єгипті, Індії. Із міді виготовляли кинджали, сокири, наконечники списів, стріл, предмети, які неможливо виготовляти з каменю: труби, проволочку, цвяхи та ін.

Займаючись виправкою міді з руд з домішками олова чи добавляючи олов'яний камінь, одержали перший штучний сплав-бронзу. Крім одержання різноманітних сокир, ножів, серпів, молотів, зброї бронзу стали використовувати для виготовлення прикрас, посуду, скульптурних виробів. Розповсюдження металу привело до освоєння ряду методів його обробки. Так при гарячій обробці використовувались литво, паяння та зварювання. Перехід до бронзи, а потім і до заліза дозволив зменшити кут загострення леза сокири, що різко покращило її технічні характеристики і технологічні можливості. Найбільшим досягненням людства було одержання та використання заліза, яке остаточно витіснило кам'яні знаряддя, що не змогли зробити ні мідь, ні бронза. Одним з найбільших винаходів людства був сиродутний процес плавлення заліза. При цьому способом звичайно використовувались озерні, болотні, лугові руди, які роздрібнювались, обпалювались на відкритому вогні, потім в ямах або в великих глиняних печах проводилось відновлення металу при 9000 °С. Для відновлення металу в горно добавляли деревне вугілля та нагнітали повітря. В результаті на дні глиняної печі створювалась так звана криця – грудка пористого тістоподібного і дуже забрудненого заліза вагою від 1 до 8 кг.

Потім це залізо піддавали багаторазовому гарячому куванню, після чого з нього виготовляли знаряддя праці, зброю. Намагання мати більш міцні знаряддя праці і зброю привело до відкриття виробництва сталі. Уже в першій половині I тис. до н. е. сталь широко використовувалась для виготовлення знарядь праці і зброї. Грецькі автори в своїх працях розрізняють поняття заліза, яке вони називали "сідеро", і сталі, якій вони дали назву "халінс".

### **3.2. Розвиток ремесла**

Потреба в матеріалах була настільки великою, що вже на рубежі верхнього палеоліту й неоліту виникають перші гірничі розробки. Спеціалісти відносять до верхнього палеоліту появу човнів-однодеревок, лиж, саней, у яких використовувались переваги рідинного тертя. Достатньо широко використовувався у технічних цілях вогонь. Мабуть вже в епоху палеоліту

люди вміли піддавати хімічній обробці (дубінню) шкіру. У технічній діяльності у найдавніші часи можна виділити два етапи прискореного розвитку технічних засобів.

**Перший – між 60-м та 40-м тисячоліттями до н.е.**, коли відзначається засвоєння вогню. Використання вогню було одним з найбільших відкриттів в історії людства. Існували самі різні способи штучного добування вогню: вискоблювання, висвердлювання, випилювання, висікання вогню при ударі каменем по залізу.

**Другий етап, який відбувався в епоху неоліту (неолітична революція)**, пов'язаний з переходом до нових виробничих форм господарства – землеробства і скотарства – і до відповідних їм технічних засобів. Археологічні матеріали, що відносяться до долини Нілу, свідчать, що більш грубі знаряддя палеоліту поступилися місцем спеціалізованим неолітичним знаряддям до середини 6-го тисячоліття до н.е. Для неоліту характерно широке застосування кераміки – першого матеріалу, отриманого за допомогою хімічної технології випалювання глиняних виробів при температурі біля 5000 °С, необхідного для видалення хімічно зв'язаної у глині води. Полірування робочих поверхонь кам'яних знарядь різко збільшила можливість деревообробки: були освоєні технологічні процеси виготовлення дерев'яних деталей точних профілів — з гніздами, пазами, вушками та ін. З'явилися складні столярні й будівельні конструкції з дерева. Стали застосовуватись більш ефективні засоби з'єднання кам'яних та дерев'яних деталей складних знарядь, що призвело до розвитку конструювання. Застосування шліфованих сокир призвело до поширення посівних площ за рахунок вирубки лісів. Від плетіння волокон людина перейшла до початкових форм ткацтва. Принципово важливим було відкриття колеса – конструкції, яка не має аналогу у живій природі. Археологи вважають, що колесо використовувалось в Єгипті з Середнього царства, що ж стосується прообразу колеса – котків, то вони, як і важелі використовувались при переміщенні важких предметів з ще більш давніх часів. Накопичення додаткового продукту, яке стало можливим завдяки успіхам техніки, призвело до подальшого розширення суспільства. З'явилося рабство, яке змінило давню общину. Виникли клани і держава. Поширювалась спеціалізація праці. При становленні рабовласницького засобу виробництва відбувається уособлення ремесел. Цей другий значний суспільний поділ праці породжує ремісника – людину, яка зайнята головним чином технічною діяльністю. Виникла диференціація інструментів. Так, в руках коваля з'явилися три різновиди молота: ковадло, ручник і молоточок для карбування. Якщо раніше ремесло було підсобним заняттям землероба та скотаря, то при рабовласницькому ладі гончарна і ткацька справи, обробка металу, гірничі справи та інші ремесла стали основним заняттям певної групи людей. Велику роль в виділенні ремесла відіграла гончарна справа, розвиток якої пов'язаний з винаходом гончарного круга. Значні зміни відбулися у виробництві одягу. Людина ще в

глибоку давнину вмiла iз пальмового листя, луб'яного волокна та трави плести кошики, циновки та iншi вироби. Цей досвiд поступово був перенесений в ткацьке ремесло. Важливу роль в розвитку текстильного волокна вiдiграв винахiд веретена. Його використання дозволило виготовляти довгу i тонку нитку, рiвномiрну за товщиною. Використання ткацького верстата дозволило виготовляти рiзного роду тканини. Вiдомо багато рiзновидiв примiтивних ткацьких верстатiв. Розвиток землеробства дав для виробництва тканин нову сировину: льон, коноплю, кропиву та iн.

**Розгорнуте будiвництво** вимагало великої кiлькостi каменю. М'якi каменi вирубували. Для добування бiльш твердих порiд металевим засобом робили вруби, куди вбивали сухi дерев'янi клини. Цi клини потiм деякий час розмочували водою: набухаючи, вони рвали мiцний камiнь. Характерною рисою гiрничої справи при рабовласницькому ладi є перехiд до видобутку руд мiдi та олова. Новим способом, що використовувався аж до ХVІ ст., був так званий вогневий спосiб видобутку руди. При цьому в забої розпалювали вогнище, яке нагрiвало породу, а потiм пласт обливали водою. Внаслiдок цього порода трiскалась, i, таким чином, значно полегшувалось видобування корисних копалин. Перехiд до розробки бiльш глибоких горизонтiв вимагав нових знарядь для вiдкачки води. Для розв'язання цiєї задачi почали широко використовувати водовiдливнi штольнi, а також найпростiшi водовiдливнi механiзми, такi як Архимедiв гвинт та водочерпальнi колеса. В цей перiод розвивається також збагачення корисних копалин.

### **3.3. Будiвельна технiка**

**Центром технiчної дiяльностi було будiвництво.** Розвиток ремесел i торгiвлi привiв до створення мiст. Спорудження мiст в Пiвденному Дворiччi (Месопотамська долина), Єгиптi, Малiй Азiї, Закавказзi, Iндiї, Китаї вiдносяться до 3-го –1-го тисячолiття до н.е. Звичайно в центрi великого месопотамського мiста пiдймалась споруда з високою ступiнчастою пiрамiдою (зiккурат), святилищем i царським палацом. Навколо розмiщувалось внутрiшнє мiсто, яке обгороджувалося високим валом або стiнами, а за ними знаходилось передмiстя. З метою оборони стiни споруджувались дуже потужними. Стародавнiй Вавилон мав, наприклад, три оборонних стiни товщиною 8-12 м. Пiд час розкопок стародавнiх мiст знайденi замощеннi вулицi, водоводи, каналiзацiя.

**Будiвництво мiст сприяло розвитку будiвельної технiки.**

Про масштаби робiт можна судити з того, що первiсний об'єм однiєї тiльки пiрамiди Хуфу – 2 520 000 м<sup>3</sup>. На її побудову було використано бiля 2 250 000 блокiв об'ємом бiльш 1 м<sup>3</sup>, кожен, загальною масою 6,5-7 млн. т. Значний iнтерес викликає будiвництво Великої Китайської стiни, яке почалось в IV-III ст. до н.е. Поступово протяжнiсть її була доведена до 4000 тис. км. Висота стiни доходила до 10 м. По її широкому верху могли їздити вози i перемiщувались колони вiйськ. Через кожнi декiлька сот метрiв розмiщувались

сторожеві вежі, а біля головних гірських проходів – фортеці. Основним будівельним матеріалом були камінь, дерево, цегла. Розповсюдження того чи іншого матеріалу залежало від наявності місцевих ресурсів. Ведучим будівельним матеріалом камінь став під впливом потреби в монументальних спорудах. Камінь опирається згину у 6 разів менше, ніж стисканню. Це привело до панування в стародавніх архітектурах балочно-стоякових конструкцій з використанням колонади. Найбільшою кам'яною балкою в ті часи було перекриття – вхід в Афі́нський Акрополь, яке не перевищувало 3,75 м, а плитою – стеля усипальниці фараона в піраміді Хеопса (Хуфу), довжина якої досягала 5,2 м. У тих випадках, коли приходилось перекривати великі приміщення, треба було користуватись довгими рядами колон. Збільшити величину прольотів вдалося лише після винаходу арки і склепіння, в який камінь працював на чисте стискання. Римські будівники акведука біля міста Німа (Франція) довели розмір прольоту арки до 24,4 м. Діаметр купола в мавзолеї імператора Адріана в Римі досягав 13, 5 м. Римські будівельники використали винайдений греками новий будівельний матеріал – бетон, виготовлений з щебеню та вапняного розчину. Можливості цього матеріалу були використані при будівництві Римського Пантеону, де циліндричної форми будівля висотою 22 м, при товщині стіни 7 м, діаметром 45 м перекрито литим куполом, виготовленим з бетону. Блоки з вапняку або піщаника вирубувались, обтесувались та підганялись один до одного. Штукатурка виготовлялась з вапна та гіпсу. Виготовлення цегли було одним з найдавніших видів ремесла. У Єгипті цеглу робили вже за 4000 р. до н.е. Спочатку її виготовляли з нільського мулу та висушували на сонці. Звичайний розмір 85x52x30 см. Використовуючи досвід гончарного ремесла, людина стала обпалювати сиру цеглу, що підвищило її міцність. Обпалену цеглу Уперше стали використовувати у давній Месопотамії та давній Індії.

***Будівництво великих побудов вимагало вирішити задачу*** транспортування великих вантажів та їх підйому на значну висоту. Для цього широко використовувався відомий вже важіль, потім був винайдений блок, на базі якого були створені перші підйомні механізми. Широко використовувались котки. У той час були створені видатні шедеври архітектури (7 чудес світу).

### **3.4. Військова техніка**

Воїни Давнього Сходу, Риму та Греції були озброєні луком та стрілами, списом та мечем. Залізний меч став основним видом зброї. Постійна військова небезпека змушувала зміцнювати міста стінами, ровами, насипами та іншими захисними спорудами. Необхідність ведення як облог так і оборони міста вимагала створення обложних та оборонних машин та механізмів. Особливо широке застосування вони отримали в Давній Греції. Військова техніка, розвиток якої стимулювався безперервними війнами, в цю епоху робить великий крок вперед. Вже при Олександрі Македонському інженер Діад, який керував облогою Тіра та інших міст, широко використовував винайдені та вдосконалені ним військові механізми. За словами грецьких та римських

письменників він придумав розбірні обложні вежі, спеціальні бури для свердлення фортечних стін, драбину для підйому на стіну, тарани для руйнування стін. При облозі міста Родосу в 304 р. до н.е., була збудована грандіозна обложна вежа, висота якої доходила до 53м та пересувалась вона на 8 колесах. Під час облоги м. Сіракуз у 213-212 р. до н.е. вчений Архімед споруджував оборонні механізми відносно великої сили. За одностайним свідченням його сучасників він побудував металеві механізми, за допомогою яких можна було кидати на досить великі відстані велике каміння та цілі колоди, які топили римські човни. За допомогою споруджень, побудованих Архімедом, захисники міста чіпляли спеціальними захватами ворожі човни, підіймали їх та, кинувши вниз, топили. У результаті римляни повинні були відмовитись від спроб взяти місто штурмом та перейшли до тривалої облоги та, тільки скористувавшись внутрішнім розладом у самому місті, захопили Сіракузи. У рабовласницькому суспільстві широке застосування отримує облогова техніка. Були винайдені тарани для пробивання фортечних та міських стін, різні машини для кидання каменю, довгих стріл та запалюючих снарядів. У Греції та інших державах застосовувались металеві машини 2-х типів: балісти та катапульти. Балісти використовувались для руйнування стін, а катапульти— для знищення ворога, який ховався за захисними побудовами. Металеві машини приходилось робити дуже громіздкими (вони важили до 6 т), за їх допомогою можна було кидати камені та стріли на відстані до 500-1000 м, причому вага снарядів доходила до 150-200 кг. Розширення торгівлі та військові походи стимулювали розвиток засобів пересування. Будувались дороги, споруджувались мости. Найбільшим досягненням стало створення візка з колесами, який уперше став використовуватися з 4 тисячоліття до н.е. в Мохеджо-Даро (Індія). Винахід колеса дозволив докорінно змінити способи пересування по суші. Цьому сприяв перехід до скотарства та землеробства, коли систематичні пересування стали необхідними для зміни пасовиськ, а домашній інвентар уже був складнішим, виникла необхідність змінити примітивний волок на колісний візок. Спочатку колесо нерухомо закріплювалось на рухомій осі, а потім винайшли (II тисячоліття до н.е.) колесо з маточиною, що давало значні переваги. Для зменшення ваги візка замість суцільних дерев'яних коліс стали виготовляти колеса зі спицями, пізніше з'явилися металеві вісі та колеса. Загальний вигляд дерев'яних коліс того часу та стародавня єгипетська колісниця з металевими колесами зі спицями.

Ще в давнину людина використовувала водні шляхи річок і морський простір для пересування. Особливого розвитку морська справа набула в рабовласницькому суспільстві. Спочатку мореплавство було каботажним, здійснювалось в основному вздовж берегів, або від острова до острова. Однак великі грецькі судна вже наважувалися пускатися в плавання по відкритому морю. У 325-320 р. до н.е. було здійснено подорож греком Пітієм із Міссімі на Північ з метою придбання олова та янтарю. Він пройшов Геркулесові стовпи (Гібралтар), досяг Британії, обігнув її, наблизився до Ельби та досліджував

береги Норвегії аж до полярного кола. Значно покращуються пристані, гавані, з'являються маяки, наприклад, у Олександрії. Великі зміни відбулися у морському флоті. Основним видом турецького військового корабля була трієра Корабель мав мідний таран поверх води. Кількість екіпажу досягала 150-200 чол. Намагаючись збільшити швидкість кораблів, греки, а потім і римляни, стали споруджувати човни з чотирма поверхами гребців (тетрери), з п'ятьма поверхами (пентери), і навіть з восьми поверхами (октери).

#### **4. Виникнення галузей науки, що вплинули на інженерну діяльність та використання приладів**

**Архітектурна справа та будівництво** стали історично першою галуззю виробництва, де виникла необхідність у людях, спеціально зайнятих функціями проектування та керування. Складна розумова праця, дякуючи якій початкова технічна задумка визрівала, обростала конкретними деталями, ставала проектом, не могла вже бути виконана мимохідь. *По-перше*, для того, щоб просунутися вперед у пошуках архітектурної форми, яка поєднувала б міцність, зручність і гармонійну пропорційність, треба було проникнути в таємниці зробленого попередниками, не копіювати, а переосмислювати та узагальнювати їх досягнення. *По-друге*, нові, ускладнені інженерні задачі не допускали рішення навмання; потрібні були точні розрахунки, малюнки, макети. А для цього треба було оволодіти нехитрим, з позиції сьогодення дня, але недостатньо великим арсеналом спеціальних інженерних засобів та інструментів. У часи Давньої Греції та Риму у розпорядженні інженера будівельника були лінійки різних конструкцій, циркуль (його, до речі, знали ще вавілоняни), розрахункова дошка – так званий абак, нівеліри та інші найпростіші геодезичні прилади. Дослідження показують, що для цього необхідні також духовні передумови. Раніше науково-технічне знання не сформувалося, наприклад, у Єгипті та Вавилоні, які за рівнем розвитку предметно-практичної діяльності мало чим поступалися Давній Греції, а де у чому помітно перевищували її.

У давньогрецькій культурі розвинулись навички логічного міркування, експлікації понять, прийоми доведень та заперечень, вміння будувати аргументацію та тому подібних передумов теоретичного мислення. Розквіт давньогрецької рабовласницької демократії, філософії та інших форм духовної культури, які створили передумови науково-технічного мислення, повинен розглядатися і як умова становлення перших технічних теорій. Першим, хто відійшов від наглядних методів дослідження технічних приладів й притягнув до аналізу принципу дії античних "машин" математичний апарат, був математик, механік, винахідник та державний діяч Архіт з Тарента (429-348 р. до н.е.). Саме Архіт першим застосував для вивчення механізмів геометричні креслення, створив механічний прилад (можливо графопобудувач) для рішення делоської задачі про подвоєння куба. Механічний підхід до рішення

математичних задач суперечив засадам Платона, друга Архіта, який суворо засудив "приниження" теоретичних ідей до рівня "низької" технічної практики. У технічній практиці IV-III ст. до н.е. існували три головних проблеми, для розв'язання яких був застосований новий, оснований не тільки на практичному досвіді, але й на раціональному аналізі підхід до осмислення відомих давнім технічних приладів та способів їх застосування:

- по-перше, центральна механічна проблема античності – проблема виграшу в силі через застосування технічних приладів (у іншому формулюванні – проблема переміщення даного вантажу на визначену відстань за допомогою певної сили);
- по-друге, задача про умови рівноваги тіл, що знаходяться під дією сил;
- по-третє, задача про розподіл ваги між опорами.

Якщо не всі, то більшість механічних задач IV-III ст. до н.е. так або інакше зводились до вміння визначати плечі важеля, положення центру ваги та умови рівноваги тіл. Практичне значення й навіть теоретичний аспект застосування важеля був відомий прадавнім. Але не так легко було пояснити цей принцип або навіть сформулювати його. Уміючи виділити важіль у конструкціях 5 простіших "машин" – важеля, ворота, блока, гвинта, та клина, – античні механіки довгий час не могли встановити закон важеля.

У першій, що дійшла до нас, праці про техніку "Механічні проблеми" принцип дії простих машин вірно зводився до принципу важеля, який пояснювався досить загадковими "особливими властивостями кола". Такий підхід уперше був подоланий в працях Архімеда. Архімед зробив перші принципово важливі кроки у розвитку теоретичних уявлень про технічні засоби.

*По-перше*, він вийшов на новий рівень абстракції, забезпечив подальший розвиток теоретизації предмета механіки, що виразився у відхиленні від конкретних особливостей механізмів, що розглядаються, та в осмисленні загальних функціональних зв'язків як теоретичних моделей.

*По-друге*, Архімед побудував за класичним зразком Евкліда систему логічно (математично) обґрунтованих та теоретично інтерпретованих наукових знань про механічні властивості штучних матеріальних засобів – першу в історії систему раннього науково-технічного знання.

Останнє світло науково-технічної діяльності олександрійської школи, що породила феномен Архімеда, донесло до нас уривки праці Герона Олександрійського та Паппа Олександрійського. Але творчість пізніших олександрійців не була типовою для цього періоду. Розважальні механічні прилади типу рухомих іграшок Ктембія та театру автоматів Герона Олександрійського користувались великим успіхом, але не мали практичного значення. Конструкція одного з таких механізмів була призначена для показу давньогрецької драми, в якій демонструвалась побудова данайцями кораблів,

спущений в море корабель та плаваючих біля нього дельфінів, появу богині Афіни, яка блискавками поражає героя, і т. ін. Усі фігури механізму приводились в дію системою зубчатих коліс і тросів за допомогою тягара, який повільно опускався завдяки висипанню тирси з резервуара через щілину. При цьому вал, обертаючись через систему тросів, заставляв спрацьовувати механізми повороту дверей, руху статуї Афіни, руху дельфінів. Програмуючі валки, на яких розміщувались хитромудро закріплені троси, регулювали час спрацьовування механізмів. При створенні таких автоматів дуже важливим був перший поштовх, зародження основного принципу, самої ідеї рухомих фігур, яка надалі обростала все більш досконаліми технічними засобами і, нарешті, втілювалась в складні механічні пристрої з досить значною кількістю фігур, здатних здійснювати складні взаємопов'язані рухи. Хитромудрі конструкції всіх цих "машин" вплинули на наступний розвиток технічно складних механічних приладів, зокрема на годинникове виробництво, розвиток зубчатих передач та тому подібне. Безсумнівно вони зайняли своє місце і в історії автоматики. Давньоримські інженери прославилися будівництвом Колізею, терм, водопроводів, доріг та іншого. До кінця імперії у Римі було збудовано 9 великих кам'яних мостів. До Рима вело 28 великих вимощених військових шляхів. 11 водопроводів Рима щоденно доставляли у місто 700 тис.м<sup>3</sup> води.

## **5. Інженерна діяльність періоду розвитку ремісничого виробництва V – XV ст.**

### **5.1. Найбільші винаходи цього періоду**

Найбільшими винаходами періоду розвитку ремісничого виробництва були: порох, папір, книгодрукування, окуляри, компас. Найдавнішою з вибухових речовин є димний, або інакше, чорний порох – вибухова суміш, що складається з калієвої селітри, сірки та деревного вугілля. Запалювальна суміш, що наближається до цього складу, з'явилась вперше у Китаї, за одними свідченнями на початок нашої ери, за іншими в VIII-IX ст. Перші згадки про застосування димного пороху у Китаї відносяться до 1232 р. У середині VII ст. візантійці використовували так званий "грецький вогонь", що складався з сірки, гірської смоли, селітри та льняної олії. Перші часописи і свідчення про застосування пороху у Західній Європі та на Русі відносяться до XIV ст. Довгий час димний порох був єдиною вибуховою речовиною, причому склад його на протязі 500 років майже не змінився. Застосування чорного пороху як металюного засобу поклало початок вогнепальній артилерії, яка викликала справжню революцію у військовій справі. Час та місце винаходження паперу точно не відоме. Китайські часописи повідомляють, що папір був виготовлений в Китаї у 105 році н.е. Цай Лунем. Виробництво паперу потім перейшло до Кореї, Японії, в Середню Азію. У XI-XI I ст. папір з'явився у Європі. В IX ст. н.е. у Китаї почалось друкування з друкарських дощок. Там вже в XI ст. почалось друкування з набірних літер. У XIII ст. у Кореї були введені літери, які відливалися з бронзи. У Західній Європі книгодрукування

з'явилося у кінці XIV та на початку XV ст. Умовною датою початку європейського книгодрукування з металевих набірних літер вважається 1440 р. Автором винаходу був німець Йоганн Гутенберг. Для друкування були створені ручні друкарські верстати. Серед великих відкриттів та винаходів того часу знаходяться окуляри, компас. Місце та час виготовлення перших окулярів точно невідомо. Перші окуляри з'явилися у Венеції у XIII ст. Необхідність в окулярах викликала розвиток скляної справи, та, зокрема, шліфування скла. Виготовлення та застосування окулярів підготували винайдення підзорної труби, мікроскопа та призвело до створення теоретичних основ оптики. Точні дані про час та місце застосування магнетизму та винайдення компасу невідомі. Очевидно, магнетизм Уперше був виявлений у вигляді природного намагнічування деяких залізних руд. Найбільш давнє практичне застосування магнетизму відомо в Китаї, де в часопису III ст. до н.е., існують записи про застосування компасу, що початково вживався при сухопутних мандрюваннях. Перша згадка про компас у Європі відноситься до XII-XIII ст. Спочатку компас являв собою магнітну стрілку, закріплену на пробці, яка плавала у посудині з водою. На початок XIV ст. компас удосконалили: до стрілки прикріпили невелике коло з 16 діленнями (румбами). Компас, підзорна труба, а також удосконала техніка морської справи дозволили в кінці XV ст. і в XVI ст. здійснити великі географічні відкриття.

## **5.2. Розвиток промисловості**

Ще в рабовласницькому суспільстві виникали міста з великими рабовласницькими ремісничими майстернями. Однак після падіння Рима міста почали занепадати, а місце великих рабовласницьких підприємств зайняли невеликі домашні ремісничі майстерні. Починаючи з IX ст. у Візантії, з X ст. у Італії, а трохи пізніше — в усіх країнах Європи та на Русі виникли цехи. Цех з'єднував міських ремісників одного чи декількох близьких промислів. Повноправними членами цехів були тільки ремісники-майстри, які мали невелику кількість підмайстрів та учнів. Цех регламентував процес виробництва, тривалість робочого дня, кількість підмайстрів, кількість сировини, готових продуктів, ціни та інше. Для вдосконалення знарядь праці вирішальне значення мало покращення плавлення та обробки заліза. Спочатку основним способом отримання заліза був сиродутний процес, при якому виконується пряме поновлення заліза з руди в сиродутному горні, звичайно при температурі споруджувався з глини і іноді обкладався каменем. Висота сиродутного горна досягала 35 см, діаметр – 60 см, товщина стінок складала 5-7см. В горн закладалась руда і міхами нагніталось повітря. В результаті відновлення руди одержували залізну крицю вагою до 8 кг. Процес відновлення заліза тривав протягом 2-2,5 годин. Витягнута з горна криця (шматок металу пористого заліза губчатої побудови з деякою кількістю сірки, фосфору, кремнію, марганцю та ін. домішок зі шлаковими включеннями) в подальшому проковувалася, в результаті чого отримувалось залізо. Щоб підвищити ступінь видобутку заліза з руди та продуктивність процесу,

збільшили висоту самого горна, в результаті чого горн перетворився в домницю, та підсилили дуття шляхом використання водяного колеса для приведення в дію повітродувних міхів. Внаслідок цих двох удосконалень залізна руда в верхній частині горна, де температура становила 750-9000 °С, залізо відновлювалось раніше створення шлаку. Завдяки цьому зменшились втрати заліза в шлаці, а саме залізо більше насичувалось вуглецем. У результаті в нижній частині печі, де температура під впливом дуття підвищилась до 13500 був отриманий чавун. Він був крихким, не піддавався куванню, і тому вважався браком. З часом його стали застосовувати для виробництва відливок, а пізніше непридатний для литва чавун пускали разом з рудою на вторинну переплавку. При цьому зменшувались затрати палива і руди, тому сиродутний процес поступово витісняється двоохступінчатим способом одержання сталі, коли спочатку в доменній печі одержували чавун, а при вторинній переплавці у горні в результаті так званого кричного переділу отримували сталь. Перші доменні печі з'явилися у Західній Європі в середині XIV ст. За своїми розмірами вони мало відрізнялись від домниць, але поступово їх конструкція удосконалюється. Доменна піч XV–XVI ст. мала висоту 4,5 м, внутрішній діаметр 1,8 м, та в ній отримували 1,6 т чавуну за добу. Звичайно при одній доменній печі працювало декілька кричних горнів, в які завантажувался чавун (150-200 кг). Кричний переділ протікав 1-2 години. За добу можна було тримати біля 1 т металу. Вихід придатного кричного заліза складав 90-92% ваги чавуну. Збільшення виплавки та обробки металів викликало зміну техніки гірничої справи, яка перетворилась у особливу сферу діяльності. Видобуток руди здійснювався простими гірничими приладами. Широко застосовувався вогневий метод. Для підйому руди застосовувався звичайний коловорот, який приводився в рух вручну. Водовідлив виконувався через ствол шахти в шкіряних мішках або за допомогою штолень.

## **6. Інженерна діяльність періоду мануфактурного виробництва XV – перша половина XVIII ст.**

### **6.1. Характеристика цього періоду**

До початку XVI ст. у всіх основних галузях промислового виробництва були радикально удосконалені ручні ремісничі знаряддя праці і введені численні покращення в технологічні процеси. У ремісничому виробництві створюються порівняно великі майстерні, рамки виробництва розвиваються. Зростання ремесла і розширення товарного виробництва вимагало нових форм виробничих відносин, що привело до виникнення капіталістичних мануфактур, основаних на розподілі праці всередині підприємства. Мануфактура виникла двома шляхами.

*Перший шлях* – це об'єднання капіталістичним підприємцем в одній майстерні ремісників різних спеціальностей (гетерогенна мануфактура).

*Другий шлях* – це об'єднання в одній майстерні ремісників однієї спеціальності (органічна мануфактура). Уже один поділ праці при наявності

навіть простих знарядь виробництва забезпечив значний зріст продуктивності праці.

У XVIII ст. невелика мануфактура, у якій було зайнято усього 10 робітників, при розподілі праці виготовляла за день 48 тис. голок. Один же ремісник, виконуючи всі операції процесу виробництва голок (до 92), міг виготовити за день не більше 20 голок. Відбувається подальше удосконалення, спеціалізація і диференціація простих знарядь праці. Наприклад, на деяких англійських залізобудівних мануфактурах XVIII ст. застосовувалося понад 500 молотків різноманітної форми, причому кожним з них проводилася тільки одна операція. Виникнення і розповсюдження мануфактур підготувало умови для переходу до машинного виробництва.

### **6.2. Водяне колесо – основний рушій цього періоду**

Усі знаряддя, що раніше приводилися в дію вручну або силою тварин, наприклад, ручні млини, насоси, хутра і т.п., в мануфактурний період починають приводитися в рух за допомогою водяного (гідравлічного) колеса. Гідравлічні колеса застосовувалися вже в країнах Стародавнього Сходу: у Єгипті, Китаї й Індії, водяні млини використовувалися в Древній Греції й у Римі, але тільки в мануфактурний період водяне колесо стало головним двигуном у промисловості. У Франції майстер Р. Салем під керівництвом А. де Віля спорудив у 1682 р. найбільшу гідросилову установку з 13 коліс, діаметр яких досягав 8 м. Колеса, установлені на ріці Сені, пускали в хід 235 насосів, які піднімали воду на висоту 163 м. Ця система постачала водою фонтани королівських парків у Версалі і Марлі. **Великих успіхів у будівництві** гідротехнічних споруд досяг винахідник К.Д. Фролов (1726-1800). За його проектом на рудниках Алтаю в 1783-1789 р. було побудовано найбільший гідротехнічний комплекс XVIII ст., в якому вода з водоймища, створеного після спорудження греблі висотою 17,5 м і довжиною 128 м, через систему штолень і каналів загальною довжиною біля 800 м подавалась на гідравлічні колеса, установлені на чотирьох рудниках. Ці колеса заставляли рухатись пилку для розпилювання деревини, рудопідйомні механізми, водовідливні машини і насоси. Діаметр найбільшого з цих коліс досягав 17 м. Однак, навіть такі колосальні гідравлічні двигуни не мали достатньої потужності. Найбільші колеса мали потужність не більше 200 кінських сил. Потужність звичайних водяних коліс не перевищувала десятка кінських сил.

### **6.3. Розвиток гірничої справи**

У мануфактурний період гідравлічні двигуни найбільше застосування одержали в гірничій промисловості, де вони використовувалися для приводу піднімальних, водовідливних, вентиляційних установок, дробильних і транспортних механізмів. Розвиток продуктивних сил вимагав збільшення видобутку залізної руди, кам'яного вугілля й інших корисних копалин. Розширення торгівлі збільшувало попит на дорогоцінні метали – золото і срібло, видобуток яких у зв'язку з цим значно зріс. Великий виробничий досвід в галузі гірничої справи, накопичений до початку XVI ст. у країнах Західної

Європи, був уперше узагальнений видатним німецьким вченим Г. Аґріколою (1508-1557) у праці "Про гірничу справу і металургію" (1550р.). Ця книга протягом 200 років була основним посібником з гірничої справи. Роботи велися за допомогою ручних залізних гірничих знарядь (кайл, кирок, молотів, лопат і т.п.). У винятково твердих породах дозволялося застосовувати вогневий метод. У XVIII ст. стали робити перші досліди із застосуванням пороху для руйнування гірничої породи. Добуту руду доставляли по гірничих виробкам у тачках або чотириколісних візках. Використовували також різного виду коловороти (ручні, зі шкіряним приводом або гідравлічними колесами). Особливо гостро стояла проблема водовідливу. Для відкачки води винаходили найрізноманітніші засоби (чашкові і совкові елеватори, норії, прості і складні поршневі насоси). Винятковий розвиток одержало збагачення руд

#### **6.4. Розвиток металургії**

У мануфактурний період відбувається подальше удосконалення двохступінчатого процесу одержання заліза. Для збільшення кількості повітря, яке подавалось в домни, застосовують гідравлічні колеса для приводу міхів, замінюють недостатньо міцні шкіряні міхи дерев'яними. Великим нововведенням у доменному виробництві стало застосування в 60-х роках XVIII в. циліндричних повітродувок, які забезпечили значне збільшення продуктивності печей. Досить сказати, що в Англії відразу ж після впровадження цих пристроїв продуктивність домни піднялася з 10-12 т до 40 т за тиждень. Безперервно збільшується розмір доменних печей. Якщо висота перших печей XVI ст. складала всього 4,5 м, то домни XVII ст. вже досягали 7-8,5 м, а деревовугільні печі кінця XVIII ст. споруджувалися висотою до 14 м. Технічні зміни в доменному виробництві, а також значне збільшення кількості металургійних заводів в різних країнах сприяли збільшенню виплавляння чавуну. Якщо у 1500 р. у світі виплавлялося 66 тис. чавуна, то в кінці розглядуваного періоду (1790 р.) – 278 тис. т. В Україні в 1700 р. виплавляли 2,5 тис. т чавуна, а в 1800 р. – 162 тис. т.

#### **6.5. Розвиток техніки: будівництво, текстильна галузь, верстатобудування, вогнепальна зброя, сільське господарство**

Винахід пороху і поширення його в Європі, а також успіхи ливарної справи привели до справжньої революції у військовій техніці, до широкого застосування вогнепальної зброї. Спочатку стволи гармат виготовлялися з залізних смуг, скріплених обручами. Потім їх стали робити суцільно кованими з заліза. У XVI ст. Був винайдений і почав широко застосовуватись колісний лафет. При переході на масове виробництво стволи почали відливати із бронзи, а потім – із чавуна. Гармати в цей час виготовлялися гладкоствольними і заряджалися з дула. Гладкоствольна артилерія існувала більш 500 років (до середини XIX ст.). Снарядами були ядра з каменю, свинцю, заліза, запалювальної маси і т.п. У XV ст. стали застосовувати чавунні ядра, що привело до зменшення калібру снарядів при збереженні їхньої ваги, дозволило зменшити вагу ствола і вагу гармати, підвищити їхню рухливість і

збільшити бойову міць. Необхідність збільшення площі влучання привела до винаходу цільних і розсувних кніпелів і картечей. Великим нововведенням з'явився винахід у XVI ст. розривних снарядів. Потім у картечі суцільні кулі замінили розривними. У XVII ст. з'явилася так звана гранатна картеч. У XVIII ст. стали розрізняти снаряди фугасної й осколкової дії. З XV ст. на полотняних мануфактурах запроваджуються самопрядки, що дозволило значно підняти продуктивність праці прядильника. У XVI ст. до самопрядки був приєднаний педальний привод від ноги, завдяки чому звільнювалась права рука прядильника, якою він раніше крутив рукоятку колеса. У техніці ткацтва полотняних виробів широке розповсюдження одержав так званий фламандський ткацький верстат, на якому всі окремі операції виконувалися вручну. Перші шовкокрутильні машини застосовувалися в Італії вже в XIII ст. Особливий інтерес являє верстат для вироблення шовкових стрічок, винайдений (очевидно, у Голландії) наприкінці XVI ст. Спочатку застосування цього верстата зустріло сильний опір ремісників, але згодом він знайшов широке розповсюдження майже у всіх країнах. Найбільшим винаходом у текстильному виробництві з'явився в'язальний верстат, сконструйований у 1589 р. англійським студентом В. Лі. Ця складна машина, яка складалася із сотні спиць, дозволила приступити до виробництва панчіх машинного в'язання. Велику роль в розвитку техніки у XVII ст., і особливо у XVIII ст., відіграли годинник і млин, на яких всередині мануфактури проводилась підготовча робота для переходу до машинної індустрії. Винахід водяного годинника також відноситься до глибокої давнини. У XIII ст. з'явилися механічні годинники баштового типу з однією стрілкою, які приводилися в рух вантажем, підвішеним на канаті до барабана. Наприкінці XV ст. були винайдені пружинний переносний годинник, який приводився в рух скрученою пружиною. Однак усі ці годинники давали дуже приблизні показання часу. Повний переворот у цій галузі був зроблений лише в XVII ст. видатним голландським механіком, фізиком і математиком Х. Гюйгенсом (1629-1695). Він уперше в 1657 р. застосував як регулятор у стаціонарних годинниках маятник, а в переносних годинниках – пружну спіраль. Великий інтерес має робота російського винахідника І.П. Кулібіна (1735-1818). Крім годинника матеріальною основою для створення машинного виробництва став млин. Відомо, що в первіснообщинному суспільстві знаряддями для розмелу зерна були зернотерка і ступка, а потім і жорно, які приводилися в рух вручну. Уже в рабовласницькому суспільстві знаряддя розмелу зерна стали приводитися в рух водяними колесами. Приблизно в X ст. у Західній Європі з'явилися вітряні млини. У мануфактурний період були створені необхідні умови для переходу до машинної індустрії, зроблені перші спроби застосування машин. Особливо швидко розвивався перший вид машин. Період характеризувався різким збільшенням числа винаходів і удосконалень. Серед винахідників зустрічалися представники всіляких шарів населення. Поряд з винахідниками-професіоналами (годинникарями, фарбувальниками, ткачами і т.п.) було багато священиків, перукарів, дворян і купців, які або купували

винаходи і видавали їх за свої, або іноді самі вносили пропозиції. Установлення привілеїв на винаходи з'явилося новим джерелом доходу держави – патенти і привілеї обкладалися високими податками.

## **6.6. Виникнення окремих технічних наук та створення наукових приладів**

Мануфактурний метод важливий тим, що в цей час під впливом запитів практики були закладені наукові і технічні передумови промислової революції XVIII ст. Матеріальною основою для переходу до машинної індустрії були годинник і млин. На прикладі млина було створене навчання про тертя, про рушійну силу і передавальні механізми. Майже усі великі математики, починаючи із середини XVII ст., оскільки вони займаються практичною механікою і підводять під неї теоретичну основу, “виходять із простого водяного млина для помелу зерна”. Особливе значення мало застосування одного водяного двигуна для надавання руху відразу декільком машинам. Такі приводи вимагали створення складних передавальних механізмів. У годинникових механізмах XVI-XVII ст. використовувалися вже дуже складні кінематичні схеми, не тільки пристрої виміру часу, але і дуже своєрідні "планетарії", які демонстрували рухи планет, Місяця і Сонця, картини зоряного неба в різний час доби. Це вимагало досить складного розрахунку кінематики механізмів. **Наприклад**, годинник, зроблений Джанелло Туррісно містили 1800 зубчастих коліс. Годинникові механізми дуже довго залишалися вершиною техніки, її найбільш складним розділом, який рухав вперед і технологію обробки металів, і технічну творчість механіків. У другій половині XV ст. виникло сучасне природознавство. В цей час ряд країн західної і центральної Європи переживав так звану епоху. Відродження, яка характеризувалася стрімким підйомом в галузі техніки, науки і культури. Титанами епохи Відродження були Леонардо да Вінчі, Микола Копернік, Георгій Агрикола та інші вчені. До кінця XV- початку XVI ст. відноситься діяльність великого художника і вченого Леонардо да Вінчі (1452-1519), що залишив після себе численні проекти різноманітних технічних конструкцій, гідротехнічних споруджень, креслення технічних пристроїв, замітки з техніки, оптики й іншого, які свідчать про високий рівень технічних знань того часу. Багато з технічних ідей Леонардо так і не були реалізовані. Леонардо да Вінчі займався математикою, механікою, фізикою, геологією, ботанікою, анатомією, фізіологією як людини, так і тварин. У галузі механіки він ставив експерименти і намагався визначити коефіцієнт тертя ковзання. Він досліджував явище удару, опору різних матеріалів, вивчав падіння тіл і т.п. Йому належать перші спроби повітроплавання і конструювання літальних апаратів. Базуючись на експерименті, і спостереженні польоту птахів, він, крім малюнків літальних апаратів, які приводяться в дію мускульною силою людини, накреслив схеми парашута, вертольота та інших цікавих конструкцій. Він розробив численні конструкції токарних, ткацьких верстатів і друкарських машин, приладів для шліфування скла і т.п. Але більшість його винаходів в той час не могла мати практичного значення, оскільки не були ще

створені умови для їх застосування. У цей період працюють такі видатні інженери, як Георгій Агрікола (1508-1557), Ванноччо Бірінгуччо (1480-1539), Джероламо Кардано (1501-1576), та ін. Праці механіків XV-XVII ст. свідчать, що вже в той час вони не задовольнялися рецептами Вітрувія, і в пошуках пояснення причин природних властивостей і явищ, що виявляються в процесі створення і застосування нових технологічних засобів, зверталися до праць Архімеда й інших античних механіків. Значення теорії для рішення практичних задач техніки добре розумів Ніколо Тарталья (1499-1557). Він часто виконував замовлення практиків на математичні розрахунки і тому був прекрасно обізнаний з реальними науково-технічними проблемами сучасності. Велике значення для розвитку механіки мало вчення Миколи Коперніка (1473-1543). Його геліоцентрична система світу була найбільшим відкриттям. Робота Коперніка “Про обертання небесних сфер”, виданий в 1543 р. – один із видатних творів в історії науки. Першим, хто оцінив значення праць Коперніка, був великий італійський мислитель, матеріаліст і атеїст Джордано Бруно (1548-1600). Центральне місце в боротьбі за передову науку займає видатний італійський фізик і астроном Галілео Галілей (1546-1642), який виступає основоположником механіки. Він зробив ряд відкриттів у галузі астрономії і показав, що спостережувані за допомогою телескопів явища відповідають геліоцентричній системі світу. Йому належить формулювання першого закону динаміки – принципу інерції. Він відкрив закон коливання маятника і Уперше висунув ідею відносного руху. Остаточне визначення геліоцентрична система світу одержала в працях видатного німецького астронома Іоганна Кеплера, який відкрив закони руху планет. Великий англійський математик, астроном і фізик Ісак Ньютон (1571-1630), сформулював ці закони під кутом зору загальних законів руху матерії. Ісаку Ньютону належить честь завершення справи, початої Архімедом побудови загальної теоретичної системи механіки, яка об'єднала природознавство і наукове-технічне знання. Розширивши до меж універсальні і теоретичні абстрактні представлення про тіла і сили, що впливають на ці тіла, Ньютона зробив наступний після Архімеда і Галілея крок в ідеалізації предмета механіки. Учень Галілея Е.Торрічеллі (1608-1647) розробив ряд питань гідродинаміки – відкрив існування атмосферного тиску і створив ртутний барометр; Роберт Бойль (1627-1691), Е.Маріотт (1620-1684) – Закон незалежності об'єму повітря від тиску. У середині XVII ст. властивості електрики вивчав німецький фізик Геріке, який створив одну з перших електростатичних машин. Французький фізик Шарль Франсуа Дюре (1698-1739) сконструював прилад для виявлення і виміру електрики – примітивний електроскоп. Американський вчений Веніамін Франклін доказав, що блискавка являє собою електричне явище, і 1752 р. винайшов громовідвід і плоский конденсатор. У 1752-1753 р. Ломоносов і Ріхман провели ряд дослідів атмосферної електрики за допомогою спеціальних установок – “громових машин”. В кінці 1753 р. Ломоносов виступив з роботою “Слово про явища, які відбуваються від електричної сили”, в якій виклав теорію атмосферної

електрики. У 1767 р. англійський хімік Джозеф Прістлі (1733-1804). Уперше виказав думку про те, що існує певна кількісна взаємодія двох електричних зарядів. У 1785 р. французький фізик Шарль Огюстен Кулон (1736-1806) дослідним шляхом встановив залежність взаємодії між двома електричними зарядами від їх величини і відстані між ними. Таким чином, до початку ХІХ ст. вже були створені основні уявлення про електрику. У ХVІІ ст. найбільшим досягненням в математиці стало відкриття логарифмів шотландським математиком Джоном Непером (1550-1617) і шведським математиком Іобстом Бюргі (1552-1632). Французький фізик і математик Рене Декарт (1596-1650) опублікував в 1637 р. роботу “Геометрія”, яка містила основні методи координат в геометрії, уперше вводила поняття величини і функції. Починаючи з ХІ-ХІІ ст., у Європі створюються університети.

## **7. Інженерна діяльність в період перемоги і становлення капіталізму – кінець ХVІІІ ст. – 70-ті роки ХІХ ст**

### **7.1. Тепловий двигун**

Ще в мануфактурний період м'язова сила людини була не єдиною, що застосовувалася у виробництві. Поряд із нею використовувалася сила тварин, а також сила повітря і води. Проте всі ці види енергії не могли задовольнити фабричне виробництво. Тварини використовувались лише на деяких роботах. Вітер як рушійна сила був непридатний через непостійність і неможливість точного контролю за ним. Найбільш широко у фабричному виробництві використовувалася сила води, яка мала також ряд істотних недоліків. Джерела водяної енергії не завжди були розміщені в потрібних місцях, вони залежали від пори року, погоди і інших умов. Починаючи із глибокої давнини, з'являється цілий ряд механізмів, оснований на використанні сили пари. Відомо, що ще Герон Александрійський застосував пару для руху апарата спеціальної конструкції. Леонардо да Вінчі залишив опис парової машини, що, за його словами, була винайдена Архімедом. Атмосферний тиск, як джерело рушійної сили, звертав на себе увагу багатьох вчених і винахідників, особливо після дослідів німецького фізика **Отто фон Геріке** з так званими “магдебурзькими півкулями” (1650р.). Велике значення мала творчість французького фізика **Дені Папена** (1647-1714), винахідника першого котла із запобіжним клапаном. Він першим в 1690 р. правильно описав пароатмосферний цикл. Перший паровий насос “друг рудокопа” створив англієць **Т.Севері**, який в 1698 р. під заявку на паровий насос зміг також одержати патент на “рушійну силу вогню”. Подальший крок вперед у справі удосконалення парових машин зробив англійський коваль **Томас Ньюкомен**, який в 1711 р. для привода шахтних насосів запропонував використовувати свою конструкцію пароатмосферної машини. У цій машині (рис. 2.4) для конденсації пари в циліндр впорскувалася вода. Потужність машини складала 8 кінських сил, глибина всмоктування – 80 м, витрати вугілля на 1 кінську силу – 25 кг. Універсальний паровий двигун, придатний для практичної експлуатації, був винайдений англійським теплотехніком **Джеймсом Уаттом**.

Роботу над паровими машинами Уатт почав з 1764 р. Провівши цілий ряд глибоких досліджень і дослідів, він запропонував здійснювати конденсацію пари в окремому резервуарі – конденсаторі, який з'єднувався з циліндром. Патент на цей винахід Уатт одержав в 1769 р. Проте перша парова машина Д. Уатта не була придатна для ролі універсального двигуна. В результаті Уаттомбула створена машина подвійної дії (патент 1784), яка і стала універсальним тепловим двигуном. Принцип дії машини полягав у тому, що пара з котла поступала в циліндр через золотник, який дозволяв подавати пару то з одного боку поршня, то із іншого, створюючи тим самим необхідний тиск на поршень. Для вирівнювання оберտального руху Уатт застосував махове колесо. В 1781 р. Він взяв патент на п'ять способів перетворення коливального руху в безперервний обертальний. Був застосований також механічний відцентровий регулятор, який за допомогою спеціальної дросельної заслінки в паропровідній трубі регулював надходження пари в машину. Парова машина подвійної дії стала універсальним тепловим двигуном, який знайшов широке застосування майже в усіх сферах господарства багатьох країн.

## **7.2.Верстатобудування**

Початок зміни техніки виготовлення машин поклав англійський механік **Генрі Модслі** (1771-1831), який в 1794 р створив механічний супорт для токарного верстата. Цей супорт мав дві каретки, що пересувалися за допомогою гвинтів. Одна каретка дозволяла створювати необхідний тиск різця на заготовку, а інша пересувала різець уздовж заготовки. У 1797г. Модслі побудував перший дієздатний токарний верстат на чавунній станині з самохідним супортом. Надалі Модслі продовжував удосконалювати свій токарний верстат, який незабаром став незамінною машиною в будь-якій токарній роботі. Модслі відкрив свою власну механічну майстерню, яка дуже швидко перетворилася в досить великий машинобудівний завод. Генрі Модслі випустив зразкові токарні, а потім і стругальні механічні верстати. У 1807 г. Модслі одержав патент на різноманітні вдосконалення парової машини. На початку ХІХ ст. він винайшов діркопробивну машину для вироблення отворів в листах котельного заліза, сконструював мікрометричний штангенциркуль, названий ним "лордом канцлером". Останньою роботою Модслі був металевий щит, за допомогою якого в Лондоні під Темзою був прокладений тунель. Надзвичайно винахідливий, Модслі дуже мало дбав про отримання патентів на свої винаходи. Траплялося, що йому погрожували судовим процесом люди, які украли його винаходи і оформили на них патенти. Надалі було створено велику кількість різноманітного металообробного обладнання-токарних, токарно-гвинторізних, стругальних та зуборізних верстатів. У 1829 р. **Джейм Несміт** удосконалив конструкцію фрезерного верстата і цей верстат став одним з головних верстатів того часу. У 1843 р. Несміт створив паровий молот, який став основою механізації ковальського виробництва. Особливістю техніки машинобудування 30-х і 40-х р. ХІХ ст. є підвищення точності виробництва машин. Цей період був цілком пов'язаний з роботами видатного англійського верстатобудівника **Джозефа Вітворта** (1803-1887), який ввів в

машинобудування принципи і засоби точної роботи. Вітворт винайшов першу вимірювальну машину, ввів калібри і добився можливості вимірювати поверхні, що обробляються з точністю до сотих, а пізніше і до тисячних часток міліметра. Йому належить ідея стандартизації різьби на гвинтах, яка пізніше знайшла широке застосування в машинобудуванні. До 70-х років XIX ст. Англія по праву називалася “майстернею світу” і займала лідируюче становище в світовому машинобудуванні. Але вже до 60-х років XIX ст. стала розвиватися машинобудівна промисловість США і Німеччини. Слабше було розвинуто машинобудування Франції, Австро Угорщині, Росії, Італії і інших країн, які запізнилися з капіталістичним розвитком.

### **7.3. Металургія, гірнича справа**

Технічний переворот в машинобудуванні став основним стимулом для розвитку металургії в епоху промислової революції. Всі технічні пристрої і елементи машин стали виготовлятися тільки з металу. Способи засоби отримання заліза, що існували при мануфактурі, вже не могли задовольнити зростаючих потреб виробництва. Тому металургія повинна була перейти на нові засоби виробництва. Технічний переворот в металургії (передусім в англійській) містився в винаході і широкому застосуванні нової технології отримання чавуну, а також в істотному вдосконаленні засобів переробки чавуну в залізо. Доменне виробництво в мануфактурний період базувалося на використанні деревного вугілля. Збільшення виплавляння чавуну призвело до швидкого знищення лісів. “Паливний голод”, який настав в Англії, Франції та інших країнах, породив прагнення знайти заміну деревному вугіллю. Перших успіхів в застосуванні кам’яного вугілля для отримання чавуну досягнув англієць **Дод Додлей**, який оформив патент в 1619 р. Але тільки в 1735 р. англійський інженер-металург **Авраам Дербі-син** розв’язав проблему застосування мінерального палива в доменному виробництві, використавши не просто кам’яне вугілля, а кокс. Використання коксу вимагало збільшення кількості повітря, що подається в піч. Замість клиноподібних міхів стали застосовуватися циліндричні міхи, а потім відцентрові повітродувки, зростала і потужність двигунів. Застосування нових систем повітродувок дозволило збільшити розміри доменних печей і прискорити процес доменної плавки. Апарат для нагрівання повітря Уперше був застосований **Дж. Нільсоном** на шотландському заводі Слайд (патент виданий в 1828 р.). Перші ж досліді підігріву повітря до 150-300 °С дозволили значно (до 40%) знизити витрати палива і різко підвищити продуктивність. В 1857 р. англієць **Е. Каупер** запропонував пристрій для нагрівання повітря, який працював на основі використання газів, що виходять з домни. Удосконалюючи процес переробки чавуну в залізо, англійські робітники **брати Кранеджі** в 1766 р. запропонували переконструювати кричний горн в полум’яну піч, в якій для ізолювання металу від палива робочий простір відділявся від паливного простору за допомогою так званого полум’яного порогу. Метал в печі безперервно переміщували, тому такий процес назвали пудлінгуванням (перемішуванням), а піч – пудлінговою. Надалі англійський винахідник **Генрі Корт**

удосконалив процес пудлінгування, застосувавши високу димову трубу для збільшення тяги в печі і таким чином обійшовшись без дуття, впровадивши для кращого видавлювання шлаків із металу прокат криць на вальцях. Крім того за допомогою вальців він одержував із криць штаби заліза. Процес пудлінгування виявився набагато продуктивнішим кричного. Величезний вплив на гірничу справу зробила парова машина. Її вплив позначився на конструкції багатьох машин, що були створені в цей період (вентилятори, компресори, перфоратори). В усіх цих машинах панує принцип зворотно-поступального руху, тобто принцип, найбільш повно використовуваний в поршневій паровій машині. Ще в середині XVIII ст. з'явилася так звана ударно штангове буріння, яке дозволило вирішити дві пекучі проблеми: бурити більш тверді породи і проходити більш глибокі свердловини. Проте воно мало недолік: штанги, сполучені в одну колонку, деформувалися. У 1854 р. німцем Ейкгаузенем була винайдена вільно падаюча штанга. У 1844 р., в Англії з'явився вільно падаючий бур Кінда, а в 1858 р. – бур Фабіана. З другої половини XIX ст. одержало розповсюдження канатне буріння, при якому штанга з закріпленням на її кінці долотом опускалась в свердловину на канаті, а не на системі жорстких штанг. Проте при канатному бурінні штанга поверталася з дуже великим зусиллям. Тому незабаром з'явилися "самообертальні" ударні штанги. Були створені спеціальні бурові верстати для буріння свердловин на глибину понад 1000 м. На початку XIX ст. була висловлена думка про можливість очищення свердловин від розбуреної породи шляхом промивання вибою струменем води. В Європі практично реалізували цю думку в 1815 р. Проте лише в 1855 р. датчанин **Метерсон** винайшов засіб буріння м'яких порід шляхом "проходки" свердловин струменем води. З початку XVIII ст. для кріплення шахтних стовбурів, проходка яких здійснювалася в пливунах, почали застосовувати забивне дерев'яне кріплення. У 1861р. в Рурському басейні з'явилося металеве забивне кріплення. У 1861 р. у Франції інженер Тріже Уперше запропонував кесонний спосіб проходки шахтних стовбурів. Приблизно в 50-х роках XIX ст. остаточно сформувався спосіб проходки шахтних стовбурів в м'яких ґрунтах з великим припливом води. Це було по суті ударноштангове буріння, але відтворене в більшому розмірі. Буровий інструмент давав можливість проходити стовбури шахт діаметром 4,5 м. Для бурових робіт стали застосовувати нові види вибухових речовин: піроксилін (відкритий Х. Шенбейном в 1846 р.), нітрогліцерин (А. Собрере, 1847 р.), динаміт (А. Нобель, 1867 р.). У 1830 р. був винайдений бікфордів шнур. У кінці XIX ст. винайдено електричне підривання, що дозволило забезпечити безпеку вибухових робіт. Перші спроби створення ударних перфораторів (бурильних молотків) відносяться до початку XIX ст. Спочатку був створений ударний перфоратор (перфоратор Йордану) з маховим колесом, зачепами і пружиною. У першій половині XIX ст. були створені перфоратори, які приводилися в дію парою і водою. Перший пневматичний перфоратор був створений в 1857 р. французьким інженером **Соммельє**. У першій половині XIX ст. були проведені роботи з механізації

транспортування корисних копалин. На багатьох рудниках і шахтах стала використовуватися канатна відкатка, при якій вагонетки прикріплялися до нескінченно рухомого канату, закріпленого між двома шківками, один з яких приводився в рух або конем, або паровою машиною. Найбільш цікаві винаходи у галузі транспортування корисних копалин були зроблені в золотопромисловості. У 1861 р. інженером А. Лопатіним був винайдений так званий пісковоз. Це був перший стрічковий конвеєр, призначений для транспортування золотосодержачих пісків до машин, а від митих пісків у відвал. Лопатін широко застосовував свій винахід на копальнях Східного Сибіру. Глибокі зрушення сталися в техніці узвозу. Вирішальну роль зіграло застосування парової машини. Створюються спеціальні рудничні підйомні пристрої, які приводяться в дію паровим двигуном. Велике значення для розвитку узвозу мав винахід німецьким гірничим інженером **В. Альбертом** (1787-1846) дротових рудничних канатів, Уперше застосованих в 1834 р. в Рурському басейні. Найбільш гострою проблемою була проблема водовідливу. У середині ХІХ ст. здійснюється перехід до парових насосів прямої дії. Протипоршневі насоси не могли забезпечити достатньої глибини відкачки води. У 1835 р. російський винахідник **А. А. Саблуков** сконструював, а в 1838р. удосконалив перший відцентровий насос. Проте паровий двигун не забезпечував необхідну швидкість обертання. Відцентрові насоси стали широко впроваджуватися лише в кінці ХІХ і на початку ХХ ст., коли для їх приводу був застосований електродвигун. Заглиблення гірничих виробок і збільшення їх довжини різко погіршили рудничну атмосферу. Це призвело до зростання числа вибухів в шахтах. Застосування парової машини в рудниках також викликало ряд великих катастроф. Тому проблему провітрювання шахт стала дуже гострою. У ХІХ ст. застосовуються поршневі вентилятори, діаметр поршня доходив до 5,5 м. Громіздкість і мала ефективність таких вентиляторів змушувала шукати нове рішення. Новим засобом став відцентровий вентилятор. Уперше успішно працюючий відцентровий вентилятор був винайдений інженером А.А. Саблуковим в 1832 р. Проблема освітлення в шахтах вирішив винахід в 1815 р. англійським хіміком Г. Деві вибухобезпечної лампи. У цей період відбуваються пошуки нових методів збагачування корисних копалин. Величезне значення для подальшого розвитку золотопромисловості мало відкриття російського вченого П.Р. Багратіона, який опублікував в 1843р. роботу, присвячену вивченню розчинення золота і срібла при ціаністому процесі. Цей процес складає основу сучасної гідрометалургії. Російський вчений А.А. Мусін-Пушкін розробив і ввів нові методи афінажу та обробки платини.

#### **7.4. Розвиток сільськогосподарської техніки**

З 80-х років ХVІІІ ст. в капіталістичних країнах, і в першу чергу в Англії, відбувається надто інтенсивний розвиток всіх галузей сільського господарства. Перша сільгосптехніка з'явилась в Англії. З кінця ХVІІІ ст. англійське село, 70 % селян якого переселилася в міста, була не в стані задовольнити ані потреб міських ринків в продуктах харчування, ані потреб

переробної промисловості в сільськогосподарській сировині. Продовольча проблема загострилася через введення Наполеоном на початку XIX ст. континентальної блокади. Крім того, Англія була країною найбільш раннього розвитку машинної техніки. Усе це сприяло появі машин в англійському сільському господарстві. У США обробка просторих малонаселених земельних просторів була можлива тільки за умови застосування машин. Сільгосптехніку в основному можна поділити на 4 головних типи:

- машини для обробки землі (плуги, борони);
- машини для сівби (сівалки всіх родів);
- машини для збирання зернових культур (жниварки);
- машини для обробки злаків (молотарки, віялки, сортувалки).

На початку XVIII ст. в Англії був розповсюджений дерев'яний однолемішний кінний плуг. Поряд з пошуками нового матеріалу для виготовлення плуга йшла робота над вдосконаленням його конструкції. До 30-х років XIX ст. була вироблена найбільш доцільна конструкція плуга. Залежно від призначення почали виготовляти спеціальні плуги одно- і багатолемішні підгортальники, ґрунтопоглиблювачі, культиватори і т.д. До 80-х років XIX ст. в великих хліборобських господарствах стали широко вживати паровий плуг. Довгий час самим мало механізованим процесом в сільському господарстві було сіяння. У VI ст. до н.е. в давньому Китаї застосовувався механічний пристрій для сівби. Приблизно до 50-х років XIX ст. достатньо велике розповсюдження одержали рядові і гніздові сівалки. В кінці XIX ст. в великих господарствах стали застосовуватися сівалки з паровим двигуном. Із найдавніших часів і аж на початок XX ст. для збирання врожаю застосовувались серп і коса. Уперше збиральні машини почали з'являтися в кінці XVIII ст. в Англії і США. У 1826 р. шотландець Белль винайшов достатньо придатну для збирання врожаю машину, що застосовувалася до кінця XIX ст. Перші спроби створення механізмів для вимолочування зерен відносяться до другої половини XVIII ст. Молотильна машина є дійсно інтернаціональним винаходом. Її появі передувало безліч невдалих дослідів, і тільки в 1785 р. шотландцю Мейкелю вдалося розробити практично придатну конструкцію молотарки з барабаном, забезпеченим вилами. У 50-і роки XIX ст. в Америці широке розповсюдження одержали молотарки винахідника Тернера, в яких зерна не вибивались, а вичісувались. У 60-і роки XIX ст. була запроваджена парова молотьба. Слід проте визначити, що сфера розповсюдження машинної техніки була обмежена лише великими сільгосппідприємствами.

### **7.5. Розвиток техніки та транспорту**

Створення всесвітнього ринку, викликане величезним розвитком торгівлі, вимагало масової і, по можливості, швидкої доставки сировини і готових виробів на великі відстані. Досягнення металургії і машинобудування, парової енергетики і інших галузей промисловості зіграли вирішальну роль в розвитку залізничного і парового водного транспорту. Розвиток залізничного транспорту відбувався за трьома основними напрямками. У цей період йшло

виникнення і розповсюдження залізничних шляхів, проходила зміна способу тяги, а також розвиток спеціально пристосованих для залізничного шляху вагонів. Ідея залізничного шляху знайшла собі застосування в гірничій справі ще в XVI ст. На рудниках в цей час застосовувалися примітивні дерев'яні рейки, по яких рухалися вагонетки з рудою. Потім починають розвиватися під'їзні рейкові шляхи для перевезення вантажів всередині окремих промислових підприємств. Спочатку рейки були дерев'яні, потім поступово їх стали покривати зверху чавунними пластинами чи оббивати залізом. Перші чавунні рейки з'являються в Англії на гірничих підприємствах в кінці 60-х років XVIII ст., але ці рейки були крихкими і швидко виходили з дії. Після винаходу способу пудлінгування, тобто коли залізо стало досить дешеве, почали розповсюджуватися залізні рейки. Рейки з ковкого заліза уперше застосував в Англії інженер **Ніксон** в 1805 р. Уже в 1820 р. в Англії було повністю освоєно виробництво залізних рейок. Візки-вагонетки, які рухалися по рейкам на гірничих підприємствах, спочатку являли собою звичайні ящики на колесах. У 1786 р. ірландець **Ричард Ловелл Еджуорт** запропонував використати для перевезення вантажів цілі склади ящиків. Так виникли вагонетки. На початок XIX ст. вони застосувались в гірничій промисловості повсюдно. Спочатку вагонетки відкочувалися по гірничих виробках на поверхню вручну, потім перейшли до кінної тяги. Поступово з'являються так звані кінно-чавунні дороги. Перша кінно-чавунна дорога для загального користування була відкрита в Англії в графстві Серрі (біля Лондона). Довжина цієї дороги складала 40 км. Один кінь по спеціально пристосованому чавунному рейковому шляху віз поїзд із 3-х вагонів загальною вагою 9,2 т. Кінно-чавунна дорога не могла повністю вирішити проблему транспорту, оскільки кінська тяга не забезпечувала достатню швидкість руху і вантажопідйомність. Потрібен був новий двигун. Увагу винахідників у галузі транспорту привернув універсальний паровий двигун. Думка застосування пари для потреб транспорту виникла ще в XVII ст. Спочатку намагалися пристосувати парові двигуни до звичайних візків чи возів, але проблема створення парового автомобіля так і не була вирішена. В 1803р. **Тревітік** сконструював паровоз для рейкового шляху, а 6 лютого 1804 р. провів перше його випробування. В 1814 р. **Джордж Стефенсон** сконструював і випробував свій перший паровоз, який в основному і вирішив проблему створення парового залізничного транспорту. До 1825 р. він побудував 16 різноманітних паровозів. Пароплав, як і паровоз, має свою історію. Ще на початок XVIII ст. **Дені Папен** побудував човен, який рухався за допомогою пари, але рухався цей човен поволі. Крім того, Папен не зміг довести випробування цього човна до кінця: він був розтрощений човнярами. Перший практично придатний пароплав винайшов інженер і механік ірландець **Роберт Фултон**. Свій перший, ще недосконалий, пароплав Фултон побудував і випробував на ріці Сені в Парижі в 1805 р. У 1807 р. Фултон побудував колісний пароплав "Клермонт", на якому він встановив парову машину Уатта. Довжина пароплава дорівнювала 43 м, потужність двигуна – 20 кінських сил,

вodomісткість – І5т. Цей пароплав можна вважати завершенням всіх попередніх дослідів із створення практично придатного пароплава. У 1811 р. шотландець **Белль** побудував перший пароплав. Слідом за винаходом річкового пароплава робляться спроби технічно удосконалити всі види морського транспорту. Іншим дуже важливим чинником розвитку морського флоту був винахід гребного гвинта, який змінив гребні колеса. Велика роль в цьому належить чеху **Ресселу**, який в 1826 р. виготовив перший невеликий гребний гвинт. На початку 30-х років XIX ст. стали з'являтися перші пароплави, придатні для регулярних океанських рейсів.

### **7.6. Зміни в техніці зв'язку**

До кінця XVIII ст. використовувались давні засоби зв'язку: акустичні (дзвін, рупор) і оптичні (вогнище, факел). Кінець XVIII ст. характеризувався розвитком оптичних телеграфів, оснований на передачі світлових сигналів. Цей телеграф був винайдений у Франції вченим **Клодом Шаппом** в 1791 році, в Росії – у 1794 році **І.П. Кулібіним**. Розвиток виробництва, торгівлі, транспорту, поява залізних доріг вимагали більш досконалих форм зв'язку. Перша пропозиція про електростатичний телеграф була опублікована у 1753 році в Шотландії анонімним автором, який рекомендував, підвісивши на ізоляторах стільки дротів, скільки є літер в алфавіті, посилати по відповідному дроту електричний заряд, під дією якого на прийомному кінці притягається папірець з позначеною на ньому літерою. Перший електромагнітний телеграф був створений російським вченим **Павлом Львовичем Шилінгом** (1785-1837). При створенні телеграфу Шилінг використав нові для того часу відкриття: електромагнітні явища мультиплікатор. Уперше робота телеграфу була продемонстрована у **1832 році**. Подальший розвиток електромагнітної телеграфії іде по лінії створення пишучих телеграфів. Перший такий телеграф був створений російським вченим **Б.С. Якобі** в **1839 р.** Спробна лінія була випробувана в **1841 р.** У 1835 році американець **Морзе** запропонував свій пишучий апарат, Уперше випробуваний в **1844 року**. Величезним досягненням в електромагнітній телеграфії був винахід **Якобі** в **1850 році** “шагового друкувального апарата”. З 40-х років XIX ст. починається швидкий розвиток телеграфної мережі.

### **7.7. Військова техніка, використання електрики**

У XIX ст. з'явилася гвинтівка і нарізна артилерія, унітарний патрон, шрапнель, піроксилін, нітрогліцерин. Застосування нарізної артилерії і нових вибухових речовин поставило питання про матеріал для виробництва гармат. Великий попит на сталь з боку артилерії стимулював створення більш досконалих способів її виробництва, а також зажадав поліпшення якості великих сталевих відливок. Академік А.В. Гадолін розробив теорію “слоїстості стін гармат”. З'являються в удосконалюються парові військові судна. Починають будуватися судна з металевою бронею.

## 7.8. Досягнення в науці

Був винайдений двигун внутрішнього згорання, який реалізував нові технічні можливості. Перший двигун був винайдений у Франції **Ленуаром** в 1860 р. У 1867 р. німецькі винахідники **Отто** і **Ланген** продемонстрували свою конструкцію двигуна. Англійський інженер **Генрі Бесемер** створив новий засіб виробництва заліза і сталі. У **1856 році** він сконструював спеціальний резервуар-конвертор для отримання сталі або заліза. У **1864 році** французькі інженери **Еміль і П'єр Мартен** запропонували для отримання сталі використати "відбивну піч". У цей період робляться спроби застосувати електрику з метою освітлення, створити електричні генератори і електричні двигуни. Протягом першої половини XIX ст. велися роботи, направлені на створення електрогенераторів. Як відомо, всі генератори електричного струму можна звести до чотирьох видів: *електростатичні* (Отто фон Геріке, 1650 рік); *електрохімічні* (1800 рік, Вольта); *термоелектричні*; *електромагнітні*. Вирішальну роль зіграв четвертий тип. Із кінця 30-х років XIX ст. в усіх країнах Європи і США почалися роботи з конструювання електромагнітних генераторів електричного струму. З появою генератора французького винахідника **Грама** з кільцевим якорем генератор вийшов з експериментальної стадії розвитку.

## 8. Інженерна діяльність періоду монополістичного капіталізму – 70-ті роки XIX ст. – 1917 р.

### 8.1. Розвиток транспорту

Інтенсивне зростання транспортної системи пред'являло колосальний попит на різноманітні продукти всієї промисловості, як добувної, так і обробної. Транспорт був головним споживачем металу, вугілля, парових машин, і тому стимулював зростання гірничодобувної і паливної промисловості, особливо дорожньої і мостової. На залізничному транспорті почалась нова ера розвитку парової тяги, пов'язана з введенням на транспорті компаунд-машин, тобто машин подвійного (або багаторазового) розширення, які дозволяли скоротити затрати вугілля на 15-30%. Перший проект паровоза системи "компаунд" був запропонований англійцем **Джоном Нікольсоном в 1850 р.**, і хоч випробування такого паровоза пройшли успішно, до 70-х років XIX ст. він не знайшов широкого застосування. Принцип "компаунд" в паровозобудуванні віродив французький інженер **Маллет**, який в 1876 р. створив свій паровоз – компаунд. У **кінці 60-х років XIX ст.** в США були створені перші спальні вагони системи "пульман" (1867р.). Удосконалюється конструкція залізничних рейок, змінюється матеріал для їх виготовлення. З'явилися більш важкі типи сталевих рейок, що сприяло підвищенню стійкості і безпеки руху поїздів.

Для виготовлення кораблів починають широко застосовувати сталь. У **1900 р.** з'являються кораблі небувалих розмірів – водотоннажністю 20000 т, швидкість кораблів досягає 20 вузлів (40км/год.). Удосконалюються технічні

засоби для будівництва і ремонту кораблів. У кінці XIX ст. стали застосовувати новий паровий двигун – парову турбіну. Основною позитивною якістю парової турбіни були порівняно мала вага, відсутність прямолінійно-зворотного руху, більш високий ККД. У другій половині XIX ст. велике значення в будівництві набуває залізо. Визначну роль у впровадженні заліза в будівництво відіграло добування сталі за методом **Бесемера (1856 р.)**, а також відкриття можливості прокатування рейок (1862 р.).

## **8.2. Будівництво**

У 1824 р. англійським муляром **Джозефом Аспдіном** був винайдений портландцемент. У 60-ті роки XIX ст. з'являється і зовсім новий будівельний матеріал – залізобетон. Досить широко використовується скло. Застосування нових матеріалів призвело до зміни конструктивних форм будівель. Будуються мости, тунелі, канали: в **1895 р.** Сімплонський тунель довжиною більше 19 км (найдовший в Європі) з'єднав залізницею Швейцарію і Італію; в **1876 р.** В США біля Нью-Йорку був побудований висячий Бруклінський міст з довжиною прогону 486м; в **1869 р.** – Суецький канал; в **1914р.**– Панамський канал. Широке розповсюдження вкінці XIX ст. одержала механічна парова лопата, що являла собою раму, закріплену на сталій залізничній платформі або на самохідному гусеничному ході. До рами був приєднаний паровий двигун і поворотний кран. Палі в землю стали забивати за допомогою парового копра. У кінці XIX ст. для мурування високих будівель стали використовувати підйомні крани.

## **8.3. Металургія, гірнича справа, хімічна промисловість**

До початку XX ст. доменна піч різко змінила свою конструктивну форму: з кам'яної і громіздкої з низькими технічно-економічними показниками, вона перетворилась в досить удосконалену металеву споруду. Максимальний об'єм доменних печей досяг 700 м<sup>3</sup>. На зміну підйому сировини за допомогою вагонеток, які вручну заочували по похилому мосту, з'являється цілий ряд більш вдосконалених колошникових підйомників. Ручна лебідка замінюється паровою. Завдання одержання сталі було винайдене англійським винахідником Генрі Бесемером в 1856 році він одержав патент на удосконалений метод переробки рідкого чавуна в ливарну сталь шляхом продування через нього стиснутого повітря. Продування відбувалось в спеціальному резервуарі – конвертері. В 1864 році у Франції стала до ладу побудована Мартеном піч для виплавки чавуну. В **1878 р.** англійський металург **Сідні Томас** відкрив спосіб видалення фосфору з чавуну, застосувавши для футерівки основну вогнетривку масу – доломіт. У **1897 р.** в Германії для привода прокатного стану уперше був застосований електродвигун. Перша конструкція бурового верстата для обертального буріння була виготовлена у **1862 р.** Покращуються методи проходки шахт. У **1897 р.** американський винахідник **Лепнер** створив вельми удосконалену конструкцію молоткового перфоратора. Одержали розповсюдження і обертальні перфоратори. У кінці XIX ст. в вугільній

промисловості з'явилися скребкові і стрічкові конвеєри. Скребкові конвеєри на вугільних шахтах були уперше застосовані в **1902 р.** англійцем **Блеккетом**. Вони склалися із жолоба і ланцюга із скребачкою і були обладнані пневматичним, а потім і електричним приводом. У **1906 р.** англієць **Сеткайф** сконструював стрічковий конвеєр для пластів невеликої потужності. Спочатку в конвеєрі застосовувалися бавовняні стрічки, а пізніше – прогумовані. Хиткі конвеєри уперше з'явилися в **1906 р. в Германії**. Спочатку решітки підвішувалися до стояків, потім були створені хиткі конвеєри на спеціальних опорах – каретках з пневматичними або електричними приводами. Поява конвеєра викликана переходом до розробки малопотужних пластів. Перший тролейний електровоз для вугільних шахт був продемонстрований в **1879 р.** на Берлінській промисловій виставці. В 1882 р. електровози стали використовуватися і під землею. Перший акумуляторний електровоз був побудований в **1899 р. Фірмою “ Болдуїн Вестингауз “.** В **1894 р.** в Германії з'явилася перша підйомна машина з електродвигуном постійного струму з послідовним збудженням. В **1901 р.** На підйомних пристроях стали застосовувати маховик. Уперше водовідливний пристрій з відцентровим насосом був створений німецькою фірмою **”Зульцер” в 1903 р.** на одній з шахт в Іспанії. Для вентиляції починають використовувати відцентровий вентилятор. У цей період виникають заводи гірничого машинобудування. Машинна техніка інтенсивно впроваджується у всі галузі гірничодобувної промисловості.

#### **8.4. Машинобудування та сільськогосподарська техніка**

Від 70-х років ХІХ ст. до початку першої світової війни об'єм продукції машинобудівної промисловості виріс в 5,5 разів; 83% світової машинобудівної продукції вироблялось в США, Німеччині і Англії. Характерними рисами розвитку машинобудування в цей період є перехід від виробництва універсальних до вузькоспеціальних верстатів і перехід до індивідуального електроприводу. Розвиток машинобудування в кінці ХІХ ст. і на початок ХХ ст. відбувався під знаком підвищенням якості машин і їх робочої швидкості. Збільшення швидкості різання металу досягалося переходом різців з вуглецевої сталі до різців з легованої сталі, а потім до різців з особливо надтвердих сплавів. Електродвигун докорінним чином змінив самий процес приведення в рух робочих машин. Зникли громіздкі трансмісії, зменшилися втрати в проміжних передачах і відхолостого ходу. Ліквідація трансмісії покращила використання фабрично-заводських приміщень. Спеціалізація і введення електропривода призвели до того, що вже в кінці ХІХ ст. машинний парк являв собою систему найрізноманітніших машин, здатних успішно замінювати працю людини в усіх найважливіших сферах виробництва. Було налагоджено виробництво спеціальних машин для текстильної, транспортної, гірничої, металообробної, енергетичної, будівельної і інших галузей промисловості. Машини виробляли складні прилади і апарати для наукових лабораторій. Машинобудування стало основою основ всього промислового виробництва. Зростаюче значення машин в різних галузях виробництва

викликало інтенсивний розвиток верстатобудування. Верстати є основою основ виробництва машин машинами. У верстатобудуванні кінця ХІХ ст. панували п'ять основних типів верстатів: *токарні, стругальні (довбальні), свердлильні, фрезерні і шліфувальні*. З 70-х років ХІХ ст. всі ці типи верстатів розвивались у напрямку більш вузької диференціації і спеціалізації. На базі універсального токарного верстата створюється горизонтально-розточувальний, лобовий токарний, карусельно-токарний верстати. З'явилося багато розгалужень і у інших основних верстатів. Механічний супорт одержав подальший розвиток, рух супорта було автоматизовано. Виникли верстати-автомати і напіваавтомати. Змінився самий матеріал, з якого виготовлялись верстати. Почали застосовуватись сталі більш високих марок. На ріжучий інструмент йшла тепер інструментальна сталь різноманітних сортів. Вона не втрачала своєї твердості навіть при нагріванні до червоного розжарювання, тобто до 600 °С. Електродвигун виявився не тільки більш економічним, але й компактнішим, займав менше місця і потребував значно менше до себе уваги працівника під час роботи. Він був і більш безпечним в порівнянні з паровою машиною. Розрізняють два періоди впровадження електродвигуна в виробництво. Спочатку на промислових підприємствах був впроваджений груповий електропривод з єдиною трансмісією, яка до цього застосовувалась при парових двигунах. Однак, груповий електропривод був нездатний розв'язати проблему забезпечення безперервності послідовних операцій. Впровадження індивідуального електропривода, коли один електродвигун обслуговував окремий верстат, дозволив простити конструкцію верстата, ліквідувати численні громіздкі пасові передачі. Індивідуальний електропривод здійснив технічну революцію машинобудуванні, дозволив керувати робочими операціями з необмеженою гнучкістю. Втрати електроенергії звелись до мінімуму, підвищилась швидкість верстатів, створились передумови для автоматичного керування ними. Електропривод потягнув за собою зміну самої конструкції верстатів. Двигун став частиною машини. На початку ХІХ ст. в конструкції складних верстатів ввели вже не один, а декілька двигунів, що привело до електричного управління операціями.

### **8.5. Енергетика: електроенергія, теплоенергетика, ДВЗ**

У епоху машинного виробництва раніше існуюча ковальське (горнове)зварювання, яке зародилось ще в античний період, не могло задовольнити зростаючі потреби виготовлення нероз'ємних з'єднань при виготовленні сталених виробів. Тому винайдення електричного зварювання, в основу якого було закладене відкриття **В.В Петрова**, стало великим досягненням технології обробки металів. Електричне зварювання уперше застосував американський електротехнік **Томсон в 1867 р.**, пропускаючи електричний струм великої сили при незначній напрузі через два шматки стикового металу (контактне зварювання). Російський винахідник **М.М. Бенардос в 1882 р.** запропонував електродугове зварювання вугільним електродом, він назвав новий спосіб зварювання "електрогефестом" – в честь міфічного бога-коваля Гефеста. Спосіб Бенардоса одержав широке

застосування на залізницях для ремонту рейок і рухомого складу. У **1888 р.** **М.Г. Славянов** удосконалив спосіб Бенардоса, замінивши вугільний електрод металевим. При цьому металевий електрод не тільки підтримував електричну дугу, а також, плавлячись, створював зварний шов. Для підтримки достатньої електричної дуги Славянов розробив і застосував електрифікований зварювальний напіваавтомат. На початку ХХ ст. у Франції був розроблений спосіб газового (киснево-ацетиленового) зварювання, яке забезпечувало одержання більш міцних зварювальних швів. Характерною особливістю техніки розглядуваного періоду було підвищення ролі електрики. Основою для розвитку електроенергетики і електротехніки стали видатні відкриття того часу в області електрики та магнетизму. У **1886-1889 рр.** Німецький фізик **Г. Герц** експериментально довів існування електромагнітних хвиль, що разом з дослідями Фарадея та інших вчених дало матеріал для створення електромагнітної теорії Максвелла. Починається інтенсивна розробка теоретичних питань електротехніки, пов'язаних з практичним застосуванням електроенергії в самих різних галузях виробництва. Найбільш суттєвим досягненням став винахід інженерами **Грамом, Гефнер-Альтенеком, Фонтенем** електромагнітного генератора з самозбудженням і кільцевим якорем. Винахід генератора допоміг розв'язати проблему електричного освітлення ( лампи А.М. Лодигіна, П.М. Яблочкова, Т.Едісона ). У ході робіт над удосконаленням електричного освітлення був винайдений трансформатор. Уперше застосований змінний струм : спочатку однофазний, потім двофазний, і нарешті трифазний, запропонований російським інженером **М.О.Доліво-Добровольським**.

У **90 – х роках ХІХ ст.** розгорнулось широке будівництво електростанцій і ліній електропередач. З'явився більш потужний тепловий двигун для електростанцій – парова турбіна. Електрична енергія з початку ХХ ст. міцно увійшла в промислове виробництво. **Кінець ХІХ – початок ХХ ст.** ознаменувались зародженням зовсім нових галузей техніки. Це стало можливим завдяки винайденню нового двигуна – *двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ)*. Принцип чотирьохтактного двигуна з горючою сумішшю, що попередньо стискалась, був запропонований ще в 1862 р. Французьким інженером **Альфонсом Бо де Рошем**, але практично використаний німецьким конструктором **А. Оттов 1876р.** У 80 – ті роки минулого століття російський моряк **О.С. Костевич** запропонував проект легкого бензинового ДВЗ з карбюратором. За цим проектом був побудований восьмициліндровий двигун для встановлення на дирижаблі. Німецький винахідник **Г.Даймлер в 1885 р.** одержав патент на двигун, встановлений на автомобілі, моторному човні, мотоциклі. У **1897 р. Рудольф Дизель** – німецький інженер – побудував новий двигун з самозапалюванням від стискання. У кінці ХІХ ст. були створені передумови для розвитку такого двигуна, який можна було використовувати на транспорті, в промисловості і в сільському господарстві.

**8.6.Винайдення телефона, радіо, фонографа та кінематографа**  
До другої половини минулого століття відносяться спроби створення

телефону. Першим зразком телефонного апарата був прилад, сконструйований німецьким фізиком **І.Ф. Рейсом** в 1861 р. У 1876 р. американський технік **А.Белл** створив першу задовільну конструкцію телефону, одержав патент на його винахід. Удосконалювали телефон англієць **Д. Юз**, американець **Т. Едісон**. Телефон дуже швидко ввійшов в побут майже у всіх країнах. Одним з найбільших відкриттів в галузі техніки виявився винахід радіо. Честь його винаходу належить російському вченому **А.С.Попову**. **7 травня 1895р.** А. С. Попов вперше продемонстрував радіоприймач на засіданні Російського фізико – математичного товариства. Він уперше застосував антену, і в зв'язку із слабкістю вібраторів – джерел електромагнітних хвиль, пристосував приймач для реєстрації грозових розрядів. У результаті численних експериментів **24 травня 1896 р.** **Попов** здійснив першу в світі радіотелеграфну передачу на відстань 250 м., в 1897р. Встановив постійний зв'язок між кораблями “Африка” і “Європа” на відстані 5 км., в 1899р. – стійкий зв'язок на відстані 46 км. Через рік після доповіді Попова, в **1897 р.**, італієць **Марконі** одержав патент в Англії на прилад для телеграфування без дрота, радіоприймач якого надто близько відтворював грозореєструвач Попова. Під час першої світової війни радіозв'язок стає найважливішою формою зв'язку в армії і флоті.

### **8.7. Авіація, військова техніка**

У ХІХ ст. було побудовано багато різних важчих за повітря літальних апаратів, обладнаних крилами і повітряними гвинтами. Перший аероплан був створений російським винахідником **А.Ф. Можайським**. У 1876 р. в Петербурзі проводилася публічна демонстрація польоту моделі аероплана Можайського. У 1880 р. він подав заяву на винайдений ним літак з паровим двигуном. На своєму літаку Можайський пропонував поставити ДВЗ, однак, в зв'язку з його недосконалістю, вимушений був застосовувати паровий двигун. В одному з випробувань в 1884 р. Літак Можайського відірвався від землі і пролетів невелику відстань. У **1892 р.** англійський конструктор **Г.Філіпс** створив перший великий аероплан, який піднявся в повітря, але без людини. Німецький інженер **Отто Лілієнталь** провадив дослід плинних польотів проти вітру на планерах, домагаючись стійкості польоту. У **1903 р.** американці **брати Райт** першими в світі здійснили політ на протязі 59 секунд на побудованому ними літаку з ДВЗ, потім в **1907-1908 р.** побудували декілька більш досконалих аеропланів. Якісне зрушення в літакобудуванні відбувалось до 20-х років нашого століття.

### **8.8. Приладобудування, досягнення в науці**

У першій половині ХХ ст. прогрес нових галузей техніки обумовив великі зміни у виробництві сучасних машин. Характерною особливістю сучасного машинобудування є перехід до масового спеціалізованого виробництва, пов'язаний з випуском однотипної стандартної продукції. Іншою особливістю машинобудування в ХХ ст. є організація поточного виробництва, при якому вироблення і складання виробів здійснюється в поточних лініях, які

представляють собою сукупність робочих машин і робочих місць, розміщених за ходом виробничого процесу виготовлення виробів. Розвиток поточного виробництва характеризується передачею виробів, що обробляються, на наступну операцію негайно після виконання попередньої за допомогою спеціальних міжопераційних транспортних пристроїв (рольгангів, конвеєрів і т. д.). Вищою стадією поточного виробництва є безперервність всього технологічного процесу, побудованого на повній автоматизації. Сучасне поточне виробництво було Уперше організовано в автомобільній промисловості на підприємствах **Генрі Форда**, де в 1913р. він застосував конвеєр при складанні автомобіля. У ХХ ст. масове виробництво спочатку одержало розповсюдження при виготовленні невеликих деталей (болтів, штифтів, гайок, шайб і т.п.). Для виробництва таких деталей уперше і були створені верстати-автомати і напівавтомати. Потім з'явилися поздовжньо-фасонні, фасонно-відрізні, багатошпindelні автомати. У масовому, крупносерійному і частково в серійному виробництвах велике розповсюдження одержали токарні напівавтомати, призначені для важких і складних робіт. Сучасні високопродуктивні металорізальні верстати побудовані на широкому використанні принципів багатоінструментальності та багатопозиційності, спеціалізовані і часто призначаються для виконання певної операції. Однак, спеціальні верстати вузькоцільового призначення важко переключити на інші роботи при зміні виду продукції. Для усунення цього недоліку стали створювати агрегатні верстати, які конструюються з набору різноманітних нормалізованих укрупнених вузлів-автоматів. Агрегатні верстати набули особливого значення в зв'язку з появою і розвитком автоматичних верстатних ліній. Перша автоматична верстатна лінія була встановлена в Англії в 1923–1924 р. для механічної обробки блоків циліндрів і інших крупних деталей. Вона виконувала 53 операції і обробляла 15 блоків за годину, обслуговувалась 21 оператором.

## **9. Інженерна діяльність ХХ ст.**

### **9.1. Досягнення в енергетиці, нові конструкції двигунів**

Історія створення автомобільної техніки починається в **1885 р.** З винаходу німецьким винахідником **Готлібом Даймлером** одномісного моторного візка, який приводився в дію бензиновим двигуном. В **1886 р.** Даймлер побудував перший чотирьохколісний двомісний автомобіль, який розвивав швидкість 18км/год.

Майже в той же час (**на початку 1886 р.**) німецький інженер **Карл Бенц** створив трьохколісний автомобіль, який розвивав швидкість 12- 15км/год. У кінці ХІХ ст. і на початку ХХ ст.. в результаті праць інженерів і винахідників багатьох країн був створений автомобіль сучасного типу. Подальший розвиток автомобільного транспорту привів до створення легкових, пасажирських, вантажних машин різних модифікацій з бензиновими, дизельними, газотурбінними двигунами. Залізничний транспорт розвивався в напрямку

удосконалення парового двигуна, переходу до тепловозів, електровозів, газотурбовозів.

У авіації удосконалювались конструкції літаків, двигуни літаків перейшли від поршневих до газотурбінних і реактивних. На початок ХХ ст. виникла велика галузь електронної науки і техніки, безпосередньо пов'язана з розвитком радіотехніки. Створення електронних ламп – це заслуга цілого ряду винахідників, перш за все **Т.Едісона**, а також німецьких вчених **Ю.Ельстера**, **Г. Гейтеля** та інших. У **1904 р.** англійський інженер **Дж. А. Флемінг** взяв патент на застосування двоелектродної лампи – діода – як детектора радіотелеграфного приймача. У **1906 р.** американець **Лі де Фостер** створив триелектродну лампу – тріод – основу майбутньої радіо-лампової техніки. Потім з'явилися інші електронні прилади. Використання енергії ядерних перетворень приводить до корінних змін в галузях техніки. Історія відкриттів, які безпосередньо підготували виникнення атомної техніки, сягає кінця ХІХ ст. – **Л.Арцимовича** в використанні атомної енергії в мирних цілях і створення атомних електростанцій. Перша в світі атомна електростанція на 5 тис. кВт була введена в Радянському Союзі **27 червня 1954 р.** Зараз атомна енергетика є головним видом енергетики в багатьох країнах світу, потужності блоків атомних електростанцій постійно збільшується. Атомна техніка застосовується на криголамах, підводних човнах. Досягнення ядерної фізики застосовуються в медицині, в багатьох галузях промисловості.

## **9.2. Гірнична справа, металургія, електрозварювання**

Гірничодобувна промисловість перетворюється в високомеханізовану галузь, діяльність якої може порівнюватись з глобальними геологічними процесами. Відбувається промислове освоєння все більше бідних руд, розширюється номенклатура хімічних елементів, які використовуються в промисловості, що призводить до пошуків і добування все нових мінералів. Швидко збільшується добування кам'яного вугілля, нафти і природного газу. Важливою енергетичною сировиною стають уранові руди. Швидкого розвитку набуває хімічна промисловість, бурхливо розвивається порівняно молода хімія пластмас. Виникає нова галузь хімічної промисловості – виробництво синтетичних матеріалів: штучних волокон, плівок, конструкційних полімерів. Засвоюється виробництво синтетичних матеріалів з особливими технологічними характеристиками: штучних алмазів і інших занадто твердих абразивів, композитних матеріалів, різних покриттів і т.п. Швидкими темпами зростають галузі, як металургія чорних і кольорових металів, нафтопереробка, резинова, целюлознопаперова, цементна промисловість. В металообробці широко застосовуються прогресивні засоби формотворення: виробництво деталей методом точного лиття під тиском, точне штампування, плазмові, лазерні, електронно-променеві, електроерозійні, електрохімічні і т.п.

## **9.3. Машинобудування та сільськогосподарська техніка**

Впроваджується високопродуктивне і потужне пресове обладнання, металорізальні верстати з числовим програмним управлінням, верстати типу

“обробляючий центр”, засоби прецизійної обробки поверхонь. Спочатку все більш широке застосування знаходять багатопозиційні верстати, спеціалізовані на обробці вузького кола деталей і виробів, а іноді навіть однієї конкретної деталі або одного виробу. Агрегатні верстати, що представляють собою предметне сполучення силових головок, – це вже не просто єдиний машинний комплекс, а справжня система машин, в кожній елемент якої входять всі три частини машинного комплексу. Упроваджуються повністю механізовані і автоматизовані ділянки і лінії, в 70-х роках ХХ ст. виробництво починає обладнуватись промисловими автоматичними роботами, промисловими маніпуляторами першого покоління. Розвивається застосування автоматизованих систем проектування, технологічної підготовки виробництва і управління процесами обробки матеріалів з використанням ЕОМ.

#### **9.4. Літакобудування, авіація**

У авіації удосконалювались конструкції літаків, двигуни літаків перейшли від поршневих до газотурбінних і реактивних. У **1903 р.** американці **брати Райт** першими в світі здійснили політ на протязі 59 секунд на побудованому ними літаку з ДВЗ, потім в **1907 –1908 р.** побудували декілька більш досконалих аеропланів. Зі своїми літальними апаратами виступили також повітроплавці: **Арчдікон, Делягранж, Блеріо** (першим в 1909 р. перелетів через Ла-Манш) та інші. Якісне зрушення в літакобудуванні відбувалось до 20-х років нашого століття.

#### **9.5. Створення ракет, штучних супутників Землі**

У умовах НТР швидко розвивається одна із специфічних галузей знання і діяльності – космонавтика. Це сукупність галузей науки і техніки, яка досліджує і освоює космос і неземні об’єкти для потреб людства з використанням космічних апаратів, яка включає в себе такі проблеми:

- теорію космічних польотів – розрахунки траєкторій і т.п.;
- науково-технічні – конструювання ракет, двигунів, бортових систем управління, автоматичних станцій, та космічних кораблів;
- медико-біологічні – створення бортових систем життєзабезпечення, компенсація несприятливих явищ в людському організмі, пов’язаних з перевантаженням, і невагомістю.

Початок космонавтики як науки пов’язаний з іменами **Ф.А.Цандера і К.Е.Ціолковського, Н.У.Кибальчича і І.С.Мещерського, С.П. Корольова**. Космічна ера людства почалась **4 жовтня 1957 року**, коли було здійснено запуск першого штучного супутника Землі.

*Нагадаємо деякі знаменні події, пов’язані зі становленням і розвитком космонавтики: 12 квітня 1961 р. перший космонавт Ю.О.Гагарін здійснив перший політ у космос; 18-19 березня 1965 р. космонавт А.А.Леонов уперше в світі вийшов у відкритий космос; 21 липня 1969 р. здійснена перша висадка людей на Місяць (Н.Армстронг, Е.Олдрін – космонавти США).* Основна

задача діяльності в цій галузі – науково-технічне забезпечення створення і застосування космічної техніки – може бути розподілена на чотири групи менш загальних задач:

- а) створення і застосування технічних засобів вивчення і освоєння навколосемного космічного простору;
- б) задача космотехнічної діяльності із забезпеченням вивчення і освоєння Місяця, Венери, Марса та інших планет Сонячної системи;
- в) задача із створення і застосування техніки дослідження космосу, орієнтованої на вивчення характеристики міжпланетного простору і віддалених об'єктів Всесвіту, що лежать за межами Сонячної системи;
- г) задачі, пов'язані з використанням спеціалізованої космічної техніки для дослідження земної біосфери і Землі.

Зароджується п'ята група задач – розвиток технічних засобів космічної технології, які забезпечать проведення в космосі технічних процесів, орієнтованих на подальше промислове використання: вирощування кристалів, створення особливо чистих сплавів в умовах космічного вакууму і т.п.

#### **9.6. Розвиток ядерної техніки**

Історія відкриттів, які безпосередньо підготували виникнення атомної техніки, сягає кінця XIX ст.. Велику роль в розкритті таємниць атома відіграли дослідження **А. Бекереля, П'єра і Марії Кюрі, Е.Резерфорда, подружжя Фредеріка та Ірен Жоліо Кюрі**, які відкрили штучну радіоактивність, **Е. Фермі**, який уперше здійснив ядерну ланцюгову реакцію в першому ядерному реакторі, та ін. Перше практичне використання недавно відкритої неконтрольованої ядерної реакції було здійснене в США в вигляді атомної бомби, створеної в **1945 р.** і уперше підірваної в дослідному порядку в **липні 1945 р.** У **1949 р.** був проведений перший ядерний вибух в СРСР. Слід відмітити вклад радянських вчених **І.Курчатова, А.Сахарова, Л.Арцимовича** в використанні атомної енергії в мирних цілях і створення атомних електростанцій. Перша в світі атомна електростанція на 5 тис. КВт була введена в Радянському Союзі **27 червня 1954 р.** Зараз атомна енергетика є головним видом енергетики в багатьох країнах світу, потужності блоків атомних електростанцій постійно збільшується. Атомна техніка застосовується на криголамах, підводних човнах. Досягнення ядерної фізики застосовуються в медицині, в багатьох галузях промисловості.

#### **9.7. Обчислювальна техніка, робототехніка, кібернетика, біоніка**

Розвиток кібернетики став важливою частиною сучасної революції в природознавчих науках і в техніці. **Кібернетика** (старогрецьке – система управління) – наука про управління, зв'язок і переробку інформації. Першим застосував термін “кібернетика” для управління в загальному розумінні грецький філософ **Платон**. Інформаційно-кібернетична техніка включає в себе

технічні засоби управління і зв'язку, в яких речовина і енергія застосовується для одержання, передачі, зберігання і обробки інформації.

**Технічна кібернетика** – це основа комплексної автоматизації виробництва, розробки і створення систем управління на транспорті, іригаційних і газорозподільних систем, на атомних електростанціях, космічних кораблях і т.п.

**Практична кібернетика** спрямована на створення складних систем управління і різного роду систем для автоматизації розумової праці. Реальне становлення кібернетики як науки було обумовлене розвитком крупної машинної промисловості, технічних засобів управління і перетворення інформації. Ще в середні віки в Європі стали створювати так звані андроїди – людиноподібні іграшки, що представляли собою механічні програмнокеровані пристрої. Перші промислові регулятори рівня води в паровому котлі і швидкості обертання вала парової машини були винайдені **Ползуновим і Уаттом**.

Перші спроби створити обчислювальну машину почались ще в XVII ст., а найпростіші обчислювальні пристосування, типу абака та рахівниці, з'явилися ще раніше – в давнині та середньовіччі. Першою обчислювальною машиною була сконструйована в 1641 та побудована в 1645 році французьким вченим **Б. Паскалем** механічна підсумкова машина, яка дозволяла виконувати додавання та віднімання, а також множення (ділення) шляхом багаторазового додавання (віднімання). Наступний етап в розвитку обчислювальної техніки пов'язаний з іменем знаменитого німецького математика **Лейбніца**, який в **1673 р.** Після майже 40-річної праці над “арифметичним інструментом” створив перший *арифмометр*, здатний виконувати всі арифметичні дії. Перші арифмометри були досить недосконалі, виробнича потреба в таких машинах була ще не дуже гострою, тому до останньої чверті XIX ст. вони не одержали широкого розповсюдження. З подальшим розвитком науки і техніки потреба в ефективних і швидкодіючих обчислювальних машинах зростає настільки, що англійський уряд доручив відомому математику і винахіднику **Чарльзу Беббіджу** її розробку. Відповідно до цього завдання Беббідж в **1822 р.** розробив і виготовив діючу модель різницевої машини, а в **1830 р.** Спроектував аналітичну обчислювальну машину. За її допомогою можна було обчислювати не тільки многочлени, але і інші функції, наприклад логарифмічні та тригонометричні, представивши їх в формі нескінченного ряду. Працюючи над різницевою машиною, Беббідж прийшов до ідеї створення цифрової обчислювальної машини для виконання різноманітних наукових і технічних розрахунків Аналітична машина Беббіджа була першою в світі програмно управляємою обчислювальною машиною. Для цієї машини були складені і перші в світі програми, а першим програмістом була **Августа Ада Лавлейс** (1815-1852) – дочка англійського поета Д. Байрона. В її честь одна із сучасних мов програмування називається “Ада”. Перша обчислювальна машина з електричним реле була сконструйована в **1888 році** американцем

**Г. Холлерітом** (1860-1929) і вже в 1890 р. застосовувалась під час перепису населення США. Ця машина, названа *табулятором*, мала в своєму складі реле, лічильники, сортувальний ящик. Перша електронна обчислювальна машина ЕНІАК була розроблена в Пенсільванському університеті США і побудована в **1946 р.** Але ця ЕОМ була ще недостатньо надійною, недосконалою. Для програмного управління машиною її блоки з'єднувались між собою за допомогою штекерів, і підготовка машини до роботи займала декілька днів, тоді як задача іноді розв'язувалась за декілька хвилин. Крім того, ця машина не могла зберігати інформацію. Першою ЕОМ, яка мала всі компоненти сучасних машин, була англійська машина "*МАРК-1*", побудована в Манчестерському університеті в **1948 р.**, у якій вперше була реалізована ідея збереженої пам'яті, сформульований в 1945-1946 р. американським математиком **Д. Нейманом**. У 1951 р. з'явилась перша радянська ЕОМ МЕРМ академіка **Лебедєва С.А.** вона виконувала всього 12 команд, її швидкодія становила 50 операцій в секунду. У **1962 р.** почався масовий випуск інтегральних мікросхем, що дозволило значно зменшити габарити обчислювальних машин третього покоління, підвищити їх швидкодію, збільшити об'єм пам'яті, розширило сферу їх застосування, дозволило встановлювати ЕОМ на літаках, кораблях. Надзвичайно важливою подією на цьому шляху стало створення в **1971 р.** американською фірмою "*Intel*" єдиної *інтегральної схеми* для виконання арифметичних і логічних операцій – *мікропроцесора*. У **1976 р.** з'явилися перші машини четвертого покоління на великих інтегральних мікросхемах – американські "*Крей-1*" і "*Крей-2*" із швидкістю 100 млн. операцій в секунду, які мали біля 300 тисяч чипів (мікросхем). У наш час широкого розповсюдження набув всім нам знайомий персональний комп'ютер (ПЕОМ), який зайняв в нашому житті таке ж місце, як і телефон, телевізор, автомобіль. Їх поява відноситься до **1976 р.**, коли американські техніки Стефан Возняк і Стів Джобс створили перший маленький персональний комп'ютер "*Еппл*", призначений для відеоігор, хоча він мав можливість для програмування. Пізніше створена Джобсом фірма, а потім і інші фірми, налагодили серійний випуск комп'ютерів самих різних концепцій. Але особливий успіх мав випущений в **1981 р.** комп'ютер ІВМ РС з 16-розрядним мікропроцесором Intel 8088 і чудово розробленим програмним забезпеченням фірми Microsoft.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. «Історія інженерної діяльності» [Текст]: конспект лекцій для студентів 3 курсу зі спеціальності «Експлуатація та ремонт обладнання харчових виробництв», денної форми навчання / уклад. Ю.А. Хомич – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2015. – 65 с.
2. Історія інженерної діяльності: Навчальний посібник / – С.В.Подлесний, Ю.О.Єрфорт, В.М.Іскрицький. - Краматорськ: ДДМА, 2004. – 128 с.
3. Коваленко В.М. У ХХІ столітті інженерія не поступиться першістю. // Науковий світ.- 2002. - №10.- С.4-5.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Історія інженерної діяльності». Для студентів спеціальності «Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів» / Багрінцев І.І. – Сєверодонецьк, 2007. – 115 с.
5. Історія інженерної діяльності. Навчальний посібник / Косюк Г.М. – Рівне: НУВГП, 2006.-120с.

Навчально-методичне електронне видання

**ІСТОРІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В БУДІВНИЦТВІ**

методичні рекомендації з самостійного вивчення дисципліни  
для здобувачів освіти спеціальності 192 "Будівництво та цивільна  
інженерія" усіх форм навчання

Укладачі – к.т.н., старший викладач Пашинський М.В.  
асистент Квятковська Н.І.

© ЦНТУ, Кропивницький, пр. Університетський, 8  
© Пашинський М.В., Квятковська Н.І.